ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME TRENTE-DEUXIÈME

[illegible]



LIÉGE

Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)

8, rue Saint-Adalbert, 8

1904-1906

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XXXII. — 1re LIVRAISON.

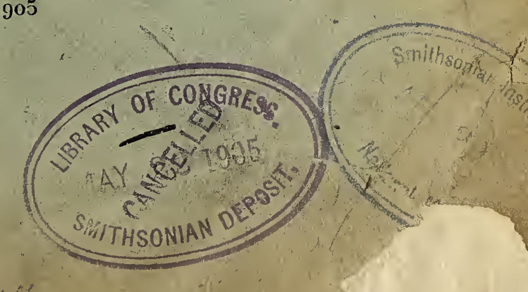
Bulletin, feuilles 1 à 4.
Mémoires, feuilles 1 à 6.
Planches I à III.

(La 5e et dernière livraison du tome XXVIII, les 3e et 4e livraisons du tome XXX et la 4e livraison du tome XXXI paraîtront ultérieurement.)

28 FÉVRIER 1905.

LIÉGE
Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)
8, rue Saint-Adalbert, 8

1904-1905



Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit :

G. Dewalque. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique . . . . frs. 3.00

Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches. frs. 10.00

La houille en Campine, 1 planche. . . . . frs. 3.00

Question des eaux alimentaires, 2 planches . . . . frs. 5.00

Annales, tomes I à III, V, IX, X, XVII,	chacun	frs.	2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs.	3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs.	5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs.	7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXV, XXVIII et XXIX,	chacun	frs.	15.00
tomes IV, XXIII, XXVI et XXVII,	chacun	frs.	20.00
Mémoires in-4°, tome I, 1re et 2e livraisons,	chacune	frs.	15.00
tome II, 1re livraison,		frs.	6.00

Le tome VI est épuisé, les tomes IV et XXVII ne sont plus vendus séparément.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, on peut se procurer les livraisons isolées suivantes, au prix de fr. 0.30 chacune, sans remise :

t. II, sans les planches ; t. IV, sans les planches ; t. XIII, 1re l., sans les planches ; t. XIII, 2e l. ; t. XIV, 1re l. ; t. XV, 1re et 3e l. ; t. XVI, 2e l. ; t. XVIII, 2e et 3e l. ; t XIX, 4e l. ; t. XX, 3e et 4e l. ; t. XXII, 1re et 2e l. ; t. XXIII, 1re l. ; t. XXIV, 3e l. ; t. XXV, 2e l. ; t. XXVII, 1re et 4e l. ; t. XXIX, 2e, 3e et 4e l.

Prix des tirés à part.

Les auteurs ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires de leurs communications, sans titre spécial.

Le prix des tirés à part est établi comme suit, pour un tirage de soixante-quinze exemplaires *supplémentaires* et moins (papier des *Annales*, à moins d'arrangements contraires). Le prix des exemplaires *supplémentaires* dépassant soixante-quinze sera calculé par quart de cent, d'après les chiffres de la dernière colonne, établis pour *cent* exemplaires.

Y compris le remaniement du titre et la couverture.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	
1/2 feuille et moins	frs.	0.75	1.40	2.00	3.55
Plus de 1/2 jusque 1 feuille	»	1.10	2.05	2.90	5.05
Par feuille en plus.	»	0.85	1.55	2.15	3.75
Pour la dernière 1/2 feuille, si le tiré à part comprend un nombre impair de demi-feuilles	»	0.45	0.80	1.10	2.00
Pour brochage de chaque planche.					0.25
Titre spécial, composition et tirage . .	»	1.00	1.00	1.00	1.00

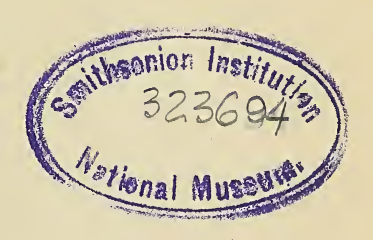
Les planches se paient en sus, au prix coûtant.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au secrétaire général, qui opèrera le recouvrement du prix des tirés à part supplémentaires, par quittance postale, dans la huitaine de l'envoi de ceux-ci et après préavis.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE



ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME TRENTE-DEUXIÈME

1904 - 1905



LIÉGE
Imprimerie H. Vaillant-Carmanne (Société anonyme)
8, rue Saint Adalbert, 8

1904-1905

LISTE DES MEMBRES

Membres effectifs [1] :

1 MM. Abrassart (Adelson), ingénieur en chef des charbonnages de l'Agrappe, à La Bouverie.

2 Ancion (baron Alfred), ingénieur, industriel, sénateur, 32, boulevard Piercot, à Liége.

3 Baar (Armand), ingénieur des mines, à Jemeppe-sur-Meuse.

4 Balat (Victor), conducteur principal des ponts et chaussées, rue des Bons-Enfants, à Huy.

5 Barlet (Henri), ingénieur, chef de service aux charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

6 Bayet (Louis), ingénieur, à Walcourt.

7 Beaulieu (Edouard), ingénieur en chef-directeur du Service technique provincial, 41, quai Marcellis, à Liége.

8 Bertiaux (Achille), ingénieur, route de Philippeville, à Couillet.

9 Blancquaert (Désiré), ingénieur en chef-directeur des ponts et chaussées, place Wiertz, à Namur.

10 Bodart (Maurice), ingénieur civil des mines, 1, rue Neuf-Moulin, à Dison.

11 Bogaert (Hilaire), ingénieur, directeur des travaux du charbonnage du Bois-d'Avroy, 201, quai de Fragnée, à Liége.

12 Boissière (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 124, boulevard Magenta, à Paris.

(1) L'astérisque (*) indique les membres à vie.

13 MM. Bolle (Jules), ingénieur au Corps des mines, à Mons.

14 Bougnet (Eustache), ingénieur à la Vieille-Montagne, à La Mallieue (Engis).

15 Boveroulle (Etienne), ingénieur, 49, rue Darchis, à Liége.

16 Braconier (Frédéric), sénateur et industriel, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

17 Braconier (Ivan), propriétaire, au château de Modave.

18 Briart (Paul), médecin, 17, rue Bréderode, à Bruxelles.

19 Brien (Victor), ingénieur au Corps des mines, 10, boulevard Léopold, à Namur.

20 Brouhon (Lambert), ingénieur, chef du service des eaux de la ville de Liége, 35, rue du Chêne, à Seraing.

21 Buttgenbach (Henri), directeur du bureau des mines de l'Etat indépendant du Congo, 121, rue Gachard, à Bruxelles.

22 Buttgenbach (Joseph), ingénieur, directeur-administrateur de la Floridienne, 28, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

23 Cartuyvels (Jules), ingénieur, inspecteur général de l'Administration de l'Agriculture, 215, rue de la Loi, à Bruxelles.

24 Cavallier (Camille), administrateur-directeur de la Société anonyme des hauts-fourneaux et fonderies de et à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle, France).

25 Charneux (Alphonse), propriétaire, 34, rue du Président, à Namur, (en été, au château de Beauraing).

26 Chaudron (Joseph), ingenieur en chef honoraire des mines, à Auderghem, près Bruxelles.

27 Chenu (Joseph), ingénieur à la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, 38, rue Léaune, à Namur.

28 Clerfayt (Adolphe), ingénieur, 15, rue Sohet, à Liége.

29 Cogels (Paul), propriétaire, au château de Boeckenberg, à Deurne-lez-Anvers.

30 Collon (Auguste), docteur en sciences, 27, rue Collard-Trouillet, à Seraing.

31 MM. Colman (C.), directeur de travaux de charbonnages, 7, rue Dartois, à Seraing.

32 Coppoletti (Coriolano), scesa San-Francesco, à Catanzaro (Italie).

33 Cornet (Jules), professeur à l'Ecole des mines du Hainaut, 86, boulevard Dolez, à Mons.

34 Crismer (Léon), professeur à l'Ecole militaire, 58, rue de la Concorde, à Bruxelles.

35 Daimeries (Anthime), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Royale, à Bruxelles.

36 d'Andrimont (René), ingénieur, 15, rue Bonne-Fortune, à Liége.

37 De Brouwer (Michel), ingénieur, 136, avenue de la Couronne, à Bruxelles.

38 de Damseaux (Albert), docteur en médecine, inspecteur des eaux minérales, rue Neuve, à Spa.

39 de Dorlodot (chanoine Henry), docteur en théologie, professeur à l'Université, 44, rue de Bériot, à Louvain.

40 de Dorlodot (Léopold), ingénieur, 8, quai des Pêcheurs, à Liége.

41 De Gandt (Fernand), ingénieur, rue de l'Harmonie, à Verviers.

42 * de Greeff (R. P. Henri), professeur à la faculté des sciences du Collège N. D. de la Paix, à Namur.

43 Dehousse (Charles), ingénieur, directeur des mines métalliques et charbonnages de la Nouvelle-Montagne, à Engis.

44 De Jaer (Ernest), directeur général honoraire des mines, 59, rue de la Charité, à Bruxelles.

45 De Jaer (Jules), directeur général des mines, 73, avenue de Longchamps, à Uccle.

46 Dejardin (Louis), ingénieur en chef des mines, directeur au Ministère de l'Industrie et du Travail, 102, rue Franklin, à Bruxelles.

47 * De Koninck (Lucien-Louis), ingénieur, professeur à l'Université, 2, quai de l'Université, à Liége (en été, à Hamoir).

48 MM. DE LA CRUZ (Emiliano), ingénieur des mines, 3, Malasana, à Madrid (Espagne).

49 DE LÉVIGNAN (comte Raoul), docteur en sciences naturelles, au château de Houx, par Yvoir.

50 DELHAYE (Georges), ingénieur au charbonnage de Ham-sur-Sambre, à Auvelais.

51 DE LIMBURG STIRUM (comte Adolphe), membre de la Chambre des représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles (en été, à Bois-St-Jean, par Manhay).

52 DE MACAR (Julien), ingénieur, au château d'Embourg, par Chênée.

53 DE MAKEEFF (Pierre), ingénieur, géologue-expert aux chemins de fer Krougobaïkalskaïa de l'Etat russe, à Irkoutsk (Sibérie).

54 DEMEURE (Adolphe), ingénieur principal des charbonnages du Bois-du-Luc, à Houdeng.

55 DENIS (Hector), avocat, membre de la Chambre des représentants, professeur à l'Université de Bruxelles, 34, rue de la Croix, à Ixelles.

56 DENYS (Ernest), ingénieur, 22, place de Flandre, à Mons.

57 DE PIERPONT (Edouard), au château de Rivière, à Profondeville.

58 DERCLAYE (Oscar), ingénieur, directeur des charbonnages du fief de Lambrechies, à Pâturages.

59 DESCAMPS (Armand), ingénieur, à St-Symphorien.

60 DE SÉLYS LONGCHAMPS (baron Raphaël), rentier, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

61 DESPRET (Emile), ingénieur, à Anor (Nord, France).

62 DESPRET (Eugène), ingénieur, directeur de la Société métallurgique de et à Boom.

63 DESPRET (Georges), ingénieur, à Jeumont, par Erquelinnes, poste restante.

64 DE STEFANI (Carlo), professeur à l'Institut royal d'études supérieures, 2, piazza San-Marco, à Florence (Italie).

65 MM. * Destinez (Pierre), préparateur à l'Université, 9, rue Ste-Julienne, à Liége.

66 Devos (Edmond), ingénieur-architecte, professeur à l'Académie royale des beaux-arts, 11, rue Sohet, à Liége.

67 * Dewalque (François), ingénieur, professeur à l'Université, 25, rue des Joyeuses-Entrées, à Louvain.

68 Dewalque (Gustave), docteur en médecine et en sciences, membre de l'Académie, professeur émérite à l'Université, 16, rue Simonon, à Liége.

69 Dewez (Léon), ingénieur des mines, à Herve.

70 Dollé (Louis), préparateur de géologie à la Faculté des sciences, 159, rue Brûle-Maison, à Lille (Nord, France).

71 Donckier de Donceel (Charles), ingénieur, 50, rue de l'Instruction, à Cureghem (Bruxelles).

72 Doreye (Alexandre), ingénieur, administrateur de sociétés industrielles, Bois-d'Avroy, à Liége.

73 Dubar (Arthur), directeur-gérant des charbonnages du Borinage central, à Pâturages.

74 Duchesne (Georges), ingénieur, 8, quai Marcellis, à Liége.

75 Dupire (Arthur), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages unis de l'ouest de Mons, à Dour.

76 Euchène (Albert), ingénieur civil des mines, 8, boulevard de Versailles, à St-Cloud (Seine-et-Oise, France).

77 Firket (Adolphe), inspecteur général des mines, chargé de cours à l'Université, 28, rue Dartois, à Liége.

78 Foniakoff (Antonin), ingénieur, 34, Souvorowski Prospect, à St-Pétersbourg (Russie).

79 Forir (Henri), ingénieur, répétiteur et conservateur des collections géologiques à l'Université, 25, rue Nysten, à Liége.

80 Fourmarier (Paul), ingénieur au Corps des mines, assistant à l'Université, 69, rue Maghin, à Liége.

81 Fournier (dom Grégoire), bénédictin, à l'abbaye de et à Maredsous.

82 MM. Fraipont (Joseph), ingénieur, 56, rue du Châtelain, à Bruxelles.

83 Fraipont (Julien), membre de l'Académie, professeur à l'Université, 35, rue Mont-St-Martin, à Liége.

84 Fromont (Louis), ingénieur, directeur général de la société anonyme de la Nouvelle-Montagne et de la société anonyme des produits chimiques, à Engis.

85 Galopin (Alexandre), ingénieur, attaché à la direction de la fabrique nationale d'armes de guerre, rue Hoyoux, à Herstal.

86 Gérimont (Maurice), ingénieur, 24, rue Grandgagnage, à Liége.

87 Gevers-Orban (Emile), ingénieur au charbonnage de l'Espérance, 157, rue Adolphe Renson, à Montegnée.

88 Ghysen (Henri), ingénieur au Corps des mines, 143, rue des Glacières, à Marcinelle, par Charleroi.

89 Gilkinet (Alfred), docteur en sciences naturelles, membre de l'Académie, professeur à l'Université, 13, rue Renkin, à Liége.

90 Gillet (Camille), docteur en sciences, pharmacien, professeur de chimie à l'Ecole supérieure des textiles, 40, avenue de Spa, à Verviers.

91 Gillet (Lambert), ingénieur, fabricant de produits réfractaires, à Andenne.

92 Gindorff (Augustin), ingénieur des mines, directeur-général de la compagnie ottomane des eaux de Smyrne, à Smyrne (Turquie d'Asie).

93 Gindorff (Franz), ingénieur, 19, rue d'Archis, à Liége.

94 Gittens (Willy), ingénieur, 35, rue Rembrandt, à Anvers.

95 Goret (Léopold), ingénieur, professeur émérite à l'Université, 25, rue Ste-Marie, à Liége.

96 Guilleaume (André), pharmacien, à Spa.

97 Habets (Alfred), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Paul Devaux, à Liége.

98 Habets (Marcel), ingénieur, chef de service à la société Cockerill, 69, quai des Carmes, à Jemeppe-sur-Meuse.

99 MM. Habets (Paul), ingénieur, directeur-gérant de la société anonyme des charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, professeur à l'Université de Bruxelles, 33, avenue Blonden, à Liége.

100 Hallet (André), ingénieur au Corps des mines, 70, rue Paradis, à Liége.

101 Hallet (Marcel), ingénieur au Corps des mines, à Mons.

102 Halleux (Arthur), ingénieur du Service technique provincial, 70, rue Fabry, à Liége.

103 Hallez (Edmond), ingénieur en chef des charbonnages du Grand-Hornu, à Hornu.

104 Hanarte (Gustave), ingénieur, 21, rue de Bertaimont, à Mons.

105 Harzé (Emile), ingénieur, directeur général honoraire des mines, 213, rue de la Loi, à Bruxelles.

106 Hauzeur (Jules Vanderheyden a), ingénieur, 25, boulevard d'Avroy, à Liége.

107 Henin (Jules), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

108 Henry (René), ingénieur aux charbonnages du Hasard, 296, rue Mandeville, à Liége.

109 Hermann (A.), libraire, 8 et 12, rue de la Sorbonne, à Paris (France).

110 Herpin (Emile), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de et à Falisolle.

111 * Hind (Wheelton), M. D., F. G. S., Roxeth House, à Stoke-on-Trent (Angleterre).

112 Horne (Charles), ingénieur, 40, rue Lairesse, à Liége.

113 Hubert (Herman), ingénieur, professeur à l'Université, 68, rue Fabry, à Liége.

114 Isaac (Isaac), ingénieur, directeur-gérant de la compagnie des charbonnages belges, à Frameries.

115 Ixelles. Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, 48, rue du Trône.

116 MM. Jacquet (Jules), ingénieur en chef-directeur des mines, 21, rue de la Terre-du-Prince, à Mons.

117 Janson (Paul), avocat, sénateur, 65, rue Defacqz, à St-Josse-ten-Noode.

118 Jones (John-Arthur), ingénieur des mines de l'Institut du nord de l'Angleterre et de l'Institut des mines et de la métallurgie de Londres, à Gijon (Asturies, Espagne).

119 Jorissen (Armand), membre de l'Académie, professeur à l'Université, 106, rue Sur-la-Fontaine, à Liége.

120 Jorissenne (Gustave), docteur en médecine, 2, rue St-Jacques, à Liége.

121 Jottrand (Félix), ingénieur-directeur de l'association des industriels de Belgique contre les accidents du travail, à Uccle-Stalle.

122 Kairis (Antoine), directeur des travaux du charbonnage du Horloz, rue du Horloz, à St-Nicolas-lez-Liége.

123 Kaisin (Félix), professeur à l'Université, collège Juste Lipse, à Louvain.

124 Kersten (Joseph), ingénieur, inspecteur général des charbonnages patronnés par la société générale pour favoriser l'industrie nationale, 32, rue de Neufchâtel, à St-Gilles-lez-Bruxelles.

125 Kleyer (Gustave), avocat, bourgmestre de la ville de Liége, 21, rue Fabry, à Liége.

126 Klinksiek (Paul), libraire, 3, rue Corneille, à Paris.

127 Kraentzel (Fernand), 55, rue Montagne-Ste-Walburge, à Liége.

128 Kreglinger (Adolphe), ingénieur, 2, avenue de Mérode, à Berchem-lez-Anvers.

129 Kruseman (Henri), 24, rue Africaine, à Bruxelles.

130 Kuborn (Hyacinthe), professeur émérite, membre de l'Académie de médecine, président de la Société royale de médecine publique de Belgique, à Seraing.

131 Lambert (Paul), administrateur de sociétés minières, 11, place de la Liberté, à Bruxelles.

132 MM. LAMBINET (Adhémar), ingénieur, à Auvelais.

133 LAMBIOTTE (Victor), ingénieur, directeur-gérant de la société anonyme des charbonnages réunis de Roton-Farciennes, Beaulet et Oignies-Aiseau, à Tamines.

134 LAMBOT (Léopold), ingénieur et industriel, à Marchienne-au-Pont.

135 LATINIS (Léon), ingénieur-expert, à Seneffe.

136 LAURENT (Odon), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages des Chevalières-de-Dour, à Dour.

137 LECHAT (Carl), ingénieur, 120, rue de Birmingham, à Anderlecht (Bruxelles).

138 LEDENT (Marcel), docteur en sciences, 69, rue Louvrex, à Liége.

139 LEDUC (Victor), ingénieur, directeur-gérant de la société anonyme des Kessales, à Jemeppe-sur-Meuse.

140 LEGRAND (Louis), ingénieur en chef de la société anonyme des charbonnages réunis, 52, rue Roton, à Charleroi.

141 LEJEUNE DE SCHIERVEL (Charles), attaché au Service géologique de Belgique, 23, rue de Luxembourg, à Bruxelles.

142 LE PAIGE (Ulric), ingénieur aux aciéries d'Angleur, 90, rue Vieille-Eglise, à Tilleur.

143 LEPERSONNE (Max), ingénieur des mines, 7, boulevard Frère-Orban, à Liége.

144 LEQUARRÉ (Nicolas), professeur à l'Université, 37, rue André-Dumont, à Liége.

145 LEROUX (A.), docteur en sciences, directeur de la fabrique de dynamite, à Arendonck.

146 LESPINEUX (Georges), ingénieur des mines, ingénieur-géologue, à Huy.

147 LHOEST (Fernand), ingénieur des mines, 87, rue Thier-de-la-Fontaine, à Liége.

148 L'HOEST (Gustave), ingénieur en chef aux chemins de fer de l'Etat, 85, rue Malibran, à Ixelles.

149 MM. Lhoest (Henri), ingénieur, directeur des travaux des charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

150 Libert (Joseph), ingénieur en chef-directeur des mines, 384, rue St-Léonard, à Liége.

151 Liesens (Mathieu), ingénieur, administrateur-gérant de la société anonyme des charbonnages de Tamines, à Tamines.

152 Lippens (Paul), ingénieur des mines, 13, quai au Blé, à Gand.

153 Lohest (Maximin), ingénieur, membre correspondant de l'Académie, professeur à l'Université, 55, rue Mont-St-Martin, à Liége.

154 Loiseau (Oscar), directeur général de la société anonyme G. Dumont et frères, à Sclaigneaux.

155 Maes (Gustave), négociant en charbons, à Lokeren.

156 Malaise (Constantin), membre de l'Académie, professeur émérite à l'Institut agricole, à Gembloux.

157 Mamet (Oscar), ingénieur aux charbonnages de Kaïping, à Tongshan (Chine).

158 Marcotty (Désiré), ingénieur, à Montegnée (par Ans).

159 Masson (Emile), ingénieur, professeur à l'Ecole supérieure des textiles, 21, avenue Peltzer, à Verviers.

160 Mercier (Louis), ingénieur, directeur général de la C[ie] des mines de Béthune, à Mazingarbe (Pas-de-Calais, France).

161 Minette d'Oulhaye (Marc), directeur des mines de Vallausia, à S-Dalmazo di Tenda (Cunéo, Italie).

162 Minsier (Camille), inspecteur général des mines, rue de la Chaussée, à Mons.

163 Moens (Jean), avocat, à Lede.

164 Mourlon (Michel), membre de l'Académie, directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

165 Mullenders (Joseph), ingénieur, 8, rue de la Paix, à Liége.

166 MM. Nickers (Joseph), curé de Notre-Dame, à Namur.

167 Orban (Nicolas), ingénieur au Corps des mines, 57, rue Grétry, à Liége.

168 Paquot (Remy), ingénieur, président de la compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg, à Bleyberg.

169 Passelecq (Philippe), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Sacré-Madame, à Dampremy.

170 Picard (Edgar), ingénieur-directeur des établissements de Valentin-Coq de la Vieille-Montagne, à Jemeppe-sur-Meuse.

171 Piette (Olivier), ingénieur, 93, rue Ducale, à Bruxelles.

172 Piret (Adolphe), membre de diverses sociétés savantes du pays et de l'étranger, 22, rue du Château, à Tournai.

173 Plumier (Charles), directeur du syndicat des charbonnages liégeois, 17, rue de la Paix, à Liége.

174 Questienne (Paul), ingénieur du Service technique provincial, 13, rue Sohet, à Liége.

175 Questienne (Philippe), directeur des travaux de la ville, à Huy.

176 Raeymaekers (Désiré), médecin de bataillon au 1er régiment de ligne, 303, boulevard des Hospices, à Gand.

177 Ralli (Georges), ingénieur, directeur de la société des mines de Balia-Karaïdin, 30, Karakeui-Yéni-Han, à Constantinople (Turquie).

178 Renault (Emile), ingénieur de la société métallurgique de Prayon, à Forêt.

179 Renier (Armand), ingénieur au Corps des mines, 34, rue des Vieillards, à Verviers.

180 Reuleaux (Jules), ingénieur, consul général de Belgique à Odessa (Russie), 33, rue Hemricourt, à Liége.

181 Reumont (Herman), lieutenant retraité, 260, rue Hoyoux, à Herstal.

182 Richir (Camille), directeur des travaux du charbonnage de et à Baudour.

183 MM. Riga (Léon), commissaire voyer principal provincial, à Chokier.

184 Rigo (Georges), ingénieur, chef de travaux aux charbonnages du Hasard, à Micheroux.

185 Robert (Ernest), sous-lieutenant au 12e régiment de ligne, 22, rue des Champs, à Liége.

186 Roger (Nestor), ingénieur des charbonnages réunis de Charleroi, 17, avenue des Viaducs, à Charleroi.

187 Saint Paul de Sinçay (Gaston), ingénieur, administrateur, directeur-général de la société de la Vieille-Montagne, à Angleur.

188 Schmidt (Fritz), ingénieur civil des mines, 17, boulevard Hausmann, à Paris (France).

189 * Schmitz (le R. P. Gaspar), S. J., directeur du Musée géologique des bassins houillers belges, 11, rue des Récollets, à Louvain.

190 Schoofs (François), docteur en médecine, 86, rue des Guillemins, à Liége.

191 Sepulchre (Armand), ingénieur-directeur, 4, avenue des Courses, à Bruxelles.

192 Sepulchre (Victor), ingénieur, consul honoraire de Belgique, 123, rue de Lille, à Paris, VII (France).

193 Simoens (Guilleaume), docteur en sciences minérales, attaché au Service géologique de Belgique, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

194 Smeysters (Joseph), ingénieur en chef-directeur des mines, à Marcinelle, par Charleroi.

195 * Solvay et Cie, industriels, 19, rue du Prince-Albert, à Bruxelles.

196 Soreil (Gustave), ingénieur, à Maredret.

197 Sottiaux (Amour), directeur-gérant de la société anonyme des charbonnages, hauts-fourneaux et usines de et à Strépy-Bracquegnies.

198 Souheur (Baudouin), ingénieur, directeur-gérant de la société charbonnière des Six-Bonniers, à Seraing.

199 MM. Stassart (Simon), ingénieur principal au Corps des mines, professeur d'exploitation à l'Ecole des mines du Hainaut, boulevard Dolez, à Mons.

200 Stechert (G.-E.), libraire, 76, rue de Rennes, à Paris (France).

201 Steinbach (Victor), ingénieur, 38, rue de Livourne, à Bruxelles.

202 Théate (Ernest), ingénieur, 5, rue Trappé, à Liége.

203 Tillemans (Henri), ingénieur aux charbonnages du Bois-d'Avroy, 150, rue de la Cité, à Sclessin.

204 Tillier (Achille), architecte, à Pâturages.

205 Tomson (Eugène), ingénieur honoraire au Corps des mines, consul de Belgique, directeur-général de la société des charbonnages de Dahlbusch, Zeche Dahlbusch, près Gelsenkirchen (Prusse).

206 Uhlenbroeck (G.-D.), ingénieur-géologue, à Bloemendaal (Hollande, N.-H.).

207 van Ertborn (baron Octave), 32, rue d'Espagne, à St-Gilles (Bruxelles).

208 van Hoegaerden (Paul), avocat, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

209 van Zuylen (Gustave), ingénieur et industriel, quai des Pêcheurs, à Liége.

210 van Zuylen (Léon), ingénieur honoraire des mines, 51, boulevard Frère-Orban, à Liége.

211 Vassal (Henri), pharmacien-chimiste, secrétaire du Comité d'hygiène de la ville, à Namur.

212 Velge (Gustave), ingénieur civil, conseiller provincial et bourgmestre, à Lennick-St-Quentin.

213 Vercken (Raoul), ingénieur, directeur du charbonnage de Belle-Vue et de Bien-Venue, à Herstal.

214 Villain (François), ingénieur au Corps des mines, à Nancy (Meurthe-et-Moselle, France).

215 MM. VRANCKEN (Joseph), ingénieur au Corps des mines, 63, avenue de Géronhain, à Marcinelle.

216 WALIN (Edouard), ingénieur principal des ponts et chaussées, rue des Eburons, à Bruxelles.

217 WARNIER (Emile), ingénieur, 53, rue du St-Esprit, à Liége.

218 WÉRY (Emile), ingénieur des mines et électricien, directeur-gérant des charbonnages d'Abhooz et de Bonne-Foi-Hareng, à Milmort, par Herstal.

219 WÉRY (Louis), docteur en médecine, à Fosses.

220 WOOT DE TRIXHE (Joseph), propriétaire, 30, boulevard d'Omalius, à Namur.

Membres honoraires

(30 au plus)

1 MM. BARROIS (Charles), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Pascal, à Lille (Nord, France).

2 BENECKE (Ernst-Wilhelm), professeur de géologie à l'Université, 43, Gœthestrasse, Strasbourg (Allemagne).

3 BERTRAND (Marcel), ingénieur en chef des mines, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole des mines, 101, rue de Rennes, à Paris (France).

4 CAPELLINI (Giovanni), commandeur, recteur de l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

5 COCCHI (Igino), professeur, commandeur, directeur du Musée d'histoire naturelle, à Florence (Italie).

6 DE KARPINSKI (Alexandre), excellence, directeur du Comité géologique russe, à l'Institut des mines, à St-Pétersbourg (Russie).

7 DE LAPPARENT (Albert), membre de l'Institut, professeur à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, à Paris (France).

8 DELGADO (J.-F.-N.), directeur de la Commission des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco-a-Jesu, à Lisbonne (Portugal).

9 MM. Evans (sir John), industriel, K. C. B., F. R. S., Nash Mills, Hemel Hempstead (Angleterre).

10 Frazer (Persifor), Dr Sc., géologue et chimiste, 928, Spruce Street, à Philadelphie (Penn., Etats-Unis).

11 Gaudry (Albert), membre de l'Institut, professeur au Muséum, 7 *bis*, rue des Saints-Pères, à Paris (France).

12 Gosselet (Jules), professeur honoraire à la Faculté des sciences, correspondant de l'Institut, 18, rue d'Antin, à Lille (Nord, France).

13 Heim (Dr Albert), professeur de géologie à l'Ecole polytechnique fédérale et à l'Université, président de la Commission géologique suisse, à Zürich (Suisse).

14 Hughes (Thomas M'Kenny), esq., F. R. S., professeur à l'Université, Trinity College, à Cambridge (Angleterre).

15 Hull (Edward), esq., F. R. S., ancien directeur du *Geological Survey* de l'Irlande, 20, Arundel Gardens, Notting Hill, à Londres, W. (Angleterre).

16 Kayser (Dr Emmanuel), professeur de géologie à l'Université, membre de l'Institut R. géologique, à Marburg (Prusse).

17 Michel-Lévy (A.), ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole des mines, directeur du Service de la carte géologique détaillée de la France, 26, rue Spontini, à Paris (France).

18 Mojsisovics von Mojsvar (Edmund), conseiller supérieur I. R. des mines, vice-directeur du Service I. R. géologique du royaume, 26, Strohgasse, à Vienne III, 3 (Autriche).

19 Nathorst (Dr Alfred-Gabriel), professeur, conservateur du département de paléophytologie du Musée national, Académie royale des sciences (*Vetenskaps Akademien*), à Stockholm (Suède).

20 Nikitin (Serge), géologue en chef du Comité géologique, à l'Institut des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

21 Pellati (Nicolas), commandeur, inspecteur en chef des mines, directeur du Comité R. géologique, à Rome (Italie).

22 MM. SUESS (Eduard), professeur à l'Université, à Vienne (Autriche).

23 TCHERNYSCHEFF (Théodore), géologue en chef du Comité géologique, à l'Institut des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

24 TIETZE (Emil), conseiller supérieur des mines et vice-directeur de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 23, Rasumoffskygasse, à Vienne, III, 2 (Autriche).

25 VON KOENEN (Dr Adolph), professeur à l'Université, à Gœttingen (Prusse).

26 VON RICHTHOFEN (Dr Ferdinand, baron), professeur de géographie à l'Université, directeur de l'Institut géographique et de l'Institut d'océanographie, conseiller intime du royaume, 117, Kurfürstestrasse, à Berlin, W. (Prusse).

Membres correspondants [1].

(60 au plus.)

1 MM. BLANFORD (W.-F.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, 72, Bedford Gardens, Kensington, à Londres (Angleterre).

2 BONNEY (le révérend Thomas-Georges), F. R. S., F. G. S., professeur à l'University College, 23, Denning-Road, Hampstead, NW., à Londres (Angleterre).

3 BOULE (Marcellin), assistant au Muséum d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier, à Paris (France).

4 BRUSINA (Spiridion), directeur du Musée national de zoologie et professeur à l'Université, à Agram (Croatie, Autriche).

5 BÜCKING (Dr Hugo), professeur de minéralogie à l'Université, à Strasbourg (Alsace, Allemagne).

6 CARRUTHERS (William), paléontologiste au *British Museum*, à Londres (Angleterre).

(1) L'astérisque (*) indique les membres correspondants abonnés aux *Annales*.

7 MM. Choffat (Paul), membre de la Commission des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco-a-Jesu, à Lisbonne (Portugal).

8 Cossmann (Maurice), ingénieur en chef au chemin de fer du Nord, 95, rue de Maubeuge, à Paris (France).

9 Credner (Hermann), professeur à l'Université, à Leipzig (Saxe, Allemagne).

10 Dawkins (W.-Boyd), F. R. S., professeur à l'Université Victoria, à Manchester (Angleterre).

11 de Cortazar (Daniel), ingénieur, membre de la Commission de la carte géologique d'Espagne, 16, Velazquez, à Madrid (Espagne).

12 de Loriol (Perceval), à Frontenex, près Genève (Suisse).

13 de Moeller (Valérian), membre du Conseil du ministre des domaines, Ile de Balise, 2e ligne, à l'angle de la Grande-Prospect, à Saint-Pétersbourg (Russie).

14 de Rouville (Paul), doyen honoraire de la Faculté des sciences, à Montpellier (Hérault, France).

15 Dollfus (Gustave), géologue attaché au Service de la carte géologique détaillée de la France, 45, rue de Chabrol, à Paris (France).

16 Douvillé (Henri), ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole des mines, 207, boulevard St-Germain, à Paris (France).

17 Favre (Ernest), 6, rue des Granges, à Genève (Suisse).

18 * Friedel (Georges), professeur de minéralogie et de géologie à l'Ecole des mines, à Saint-Etienne (Loire, France).

19 Gilbert (G.-K.), au *Geological Survey* des Etats-Unis, à Washington (Etats-Unis).

20 Grand'Eury (F.-Cyrille), ingénieur, correspondant de l'Institut, 5, cour Victor Hugo, à Saint-Etienne (Loire, France).

21 Hoefer (Hans), professeur à l'Académie des mines, à Leoben (Autriche).

22 MM. * Holzapfel (Dr Emil), professeur à l'Ecole R. technique supérieure, 51, Büchel, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

23 Judd (J.-W.), F. R. S., professeur de géologie à l'Ecole royale des mines, Science Schools, South Kensington, à Londres, SW. (Angleterre).

24 * Koch (Dr Max), professeur à l'Académie des mines, 44, Invalidenstrasse, à Berlin, N. (Prusse).

25 Laspeyres (Dr Hugo), professeur de minéralogie et de géologie à l'Université et conseiller intime des mines du royaume de Prusse, à Bonn (Allemagne).

26 Lindström (Alex.-Fr.), attaché au levé géologique de la Suède, à Stockholm (Suède).

27 Mallada (L), ingénieur des mines, 7, Santa Teresa, à Madrid (Espagne).

28 Matthew (Georges-F.), inspecteur des douanes, à Sn-John (Nouveau-Brunswick, Canada).

29 Mattirolo (Ettore), ingénieur, directeur du laboratoire chimique de l'Office R. des mines, à Rome (Italie).

30 Mayer (Charles), professeur à l'Université, 20, Thalstrasse, Hottingen, à Zurich (Suisse).

31 Medlicott (H.-B.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, à Calcutta (Indes anglaises).

32 * Œhlert (D.-P.), directeur du Musée d'histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, à Laval (Mayenne, France).

33 Pisani (Félix), professeur de chimie et de minéralogie, 130, boulevard St-Germain, à Paris (France).

34 Portis (Alexandre), professeur, directeur du Musée géologique de l'Université, à Rome (Italie).

35 Potier ( ), ingénieur en chef des mines, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole polytechnique, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris (France).

36 Renevier (Eugène), professeur de géologie à l'Académie, à Lausanne (Suisse).

37 Rosenbusch (Dr Heinrich), professeur de minéralogie, de pétrographie et de géologie à l'Université, conseiller intime, à Heidelberg (Grand-Duché de Bade).

38 MM. Schlüter (Clemens), professeur à l'Université, à Bonn (Prusse).

39 * Stache (Dr Guido), conseiller I. R., directeur de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 23, Rasumoffskygasse, à Vienne, III, 2 (Autriche).

40 Stefanesco (Grégoire), professeur à l'Université, président du Comité géologique, 8, strada Verde, à Bucharest (Roumanie).

41 Struver (Giovanni), professeur à l'Université, à Rome (Italie).

42 Taramelli (Torquato), commandeur, recteur de l'Université, à Pavie (Italie).

43 Törnebohm (Dr. A.-E.), professeur de minéralogie et de géologie à l'école polytechnique, chef du Service géologique de la Suède, à Stockholm (Suède).

44 Tschermak (Gustav), professeur de minéralogie à l'Université, à Vienne (Autriche).

45 Tuccimei (Giuseppe), professeur, à Rome (Italie).

46 * Uhlig (Dr V.), professeur à l'Université, Institut géologique, 1, Kanzensring, à Vienne (Autriche).

47 van Werveke (Dr Léopold), géologue officiel, 1, Adlergasse, Ruprechtsau, à Strasbourg (Alsace, Allemagne).

48 Winchell (N.-H.), géologue de l'Etat, à Minneapolis (Etats-Unis).

49 Woodward (Dr Henri), esq., F. R. S., F. G. S., conservateur du département géologique du *British Museum*, 129, Beaufort-Street, Chelsea, à Londres, SW. (Angleterre).

50 Worthen (A.-H.), directeur du *Geological Survey* de l'Illinois, à Springfield (Etats-Unis).

51 Zeiller (René), ingénieur en chef des mines, 8, rue du Vieux-Colombier, à Paris (France).

52 Zirkel (Ferdinand), professeur de minéralogie à l'Université, conseiller intime, 33, Thalstrasse, à Leipzig (Allemagne).

TABLEAU INDICATIF

des Présidents de la Société

DEPUIS SA FONDATION

1874	MM. L.-G. De Koninck †.
1874-1875	A. Briart †.
1875-1876	Ch. de la Vallée Poussin †.
1876-1877	J. van Scherpenzeel Thim †.
1877-1878	F.-L. Cornet †.
1878-1879	J. van Scherpenzeel Thim †.
1879-1880	A. Briart †.
1880-1881	A. de Vaux †.
1881-1882	R. Malherbe †.
1882-1883	Ad. Firket.
1883-1884	P. Cogels.
1884-1885	W. Spring.
1885-1886	E. Delvaux †.
1886-1887	A. Briart †.
1887-1888	C. Malaise.
1888-1889	O. van Ertborn.
1889-1890	M. Lohest.
1890-1891	G. Cesaro.
1891-1892	Ad. Firket.
1892-1893	Ch. de la Vallée Poussin †.
1893-1894	H. de Dorlodot.
1894-1895	M. Mourlon.
1895-1896	A. Briart †.
1896-1897	G. Cesaro.
1897-1898	A. Briart †, puis Ch. de la Vallée Poussin †.
1898-1899	G. Soreil.
1899-1900	J. Cornet.
1900-1901	A. Habets.
1901-1902	M. Mourlon.
1902-1903	Ad. Firket.
1903-1904	M. Lohest.

Composition du Conseil

POUR L'ANNÉE 1904-1905.

Président :	MM. J. Smeysters.
Vice-présidents :	H. de Greeff.
	A. Habets.
	E. Harzé.
	M. Lohest.
Secrétaire général honoraire :	G. Dewalque.
Secrétaire général :	H. Forir.
Secrétaire-bibliothécaire :	P. Fourmarier.
Trésorier :	J. Libert.
Membres :	J. Cornet.
	Ad. Firket.
	J. Fraipont.
	M. Mourlon.
	P. Questienne.

BULLETIN

Société géologique de Belgique

Assemblée générale du 20 novembre 1904

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures.

La parole est donnée au **secrétaire général,** qui donne lecture du **rapport** suivant :

Messieurs, chers Confrères,

Conformément aux prescriptions de l'art. 20 des statuts, j'ai l'honneur de vous présenter le rapport sur la situation actuelle de la Société et sur les travaux auxquels elle a consacré ses séances pendant l'exercice 1903-1904.

Au début de l'année sociale, notre compagnie comptait 215 **membres** effectifs, 29 membres honoraires et 52 membres correspondants.

Nous avons eu le regret de perdre, par décès, un confrère de la première catégorie, Alfred Crignier et trois par démission ; par contre, nous en avons reçu neuf nouveaux.

Trois de nos membres honoraires, et non des moins importants, Robert Etheridge, F. Fouqué et Karl von Zittel ont payé leur tribut à la nature et vous avez entendu notre président rappeler leurs mérites scientifiques.

Nous commençons donc ce nouvel exercice avec 220 membres effectifs, 26 membres honoraires et 52 membres correspondants ; cette situation, plus prospère encore que celle accusée par le rapport précédent, démontre la valeur des travaux scientifiques présentés à nos séances et dont j'aurai l'occasion de vous entretenir tantôt.

Nos **publications** ne sont pas encore à jour.

Le tome I des *Mémoires* in-4° (tome XXV*bis*) n'est pas achevé, pas plus que le tome XXVIII, auquel manque toujours le compte rendu de l'excursion annuelle et que le tome XXX, dont la deuxième livraison a été distribuée pendant cet exercice. Le troisième fascicule de ce dernier volume sera achevé avant la fin de l'année, mais la publication du quatrième ne pourra être entreprise qu'après l'achèvement du tome XXVIII.

Trois livraisons du tome XXXI et le premier numéro du tome II des *Mémoires* in-4° ont été fournis cette année à tous les membres.

L'**excursion annuelle**, destinée à faire connaître le prolongement occidental de notre ancien bassin houiller, dont la continuation vers l'Est a fait le sujet d'une session extraordinaire antérieure, a été dirigée par notre vénérable confrère, M. le professeur Gosselet, avec une autorité, une compétence et une affabilité qu'il est presque oiseux de mentionner.

Cette excursion, aussi intéressante qu'agréable, favorisée par un temps excellent, avait réuni non seulement un assez grand nombre de nos confrères, mais aussi quelques membres de la Société géologique du Nord, parmi lesquels nous citerons M. E. Rigaux, qui a fait, de l'étude du Boulonnais, le sujet de travaux importants et remarquables.

Qu'il nous soit permis de renouveler ici, à MM. Gosselet et Rigaux, l'expression de notre vive gratitude.

Deux **excursions de vulgarisation**, très intéressantes, ont également réuni un certain nombre de nos membres ; l'une, consacrée à l'étude géologique de la vallée du Hoyoux, dirigée par notre président, M. M. Lohest, l'autre, destinée à faire connaître les environs de Landelies, conduite par notre sympathique confrère M. V. Brien.

L'assemblée générale et les **séances** ordinaires ont eu lieu aux époques réglementaires et ont été plus suivies encore que celles des années précédentes.

Voici le relevé des **communications** qui y ont été faites :

Pour ce qui concerne la **minéralogie**, il importe de mentionner

une note de M. G. Cesàro *Sur un curieux phénomène d'orientation par laminage* et les conclusions d'un travail de M. W. Spring *Sur la décomposition de quelques sulfates acides, à la suite d'une déformation mécanique*, publications qui jettent un peu de lumière sur les phénomènes occasionnés par le métamorphisme dynamique; une communication de M. M. Lohest sur la *Présence d'un hydrocarbure dans le terrain houiller de Liége* et une autre de M. J. Smeysters sur le *Pétrole liquide au charbonnage de Fontaine-l'Evêque*; une notice de M. V. Brien *Sur la présence de quartz dans le Calcaire carbonifère* et une autre de dom G. Fournier *A propos de cristaux de quartz dans le Calcaire carbonifère*; l'annonce, par M. M. Lohest, de la découverte de *Soufre sur le terris en combustion du charbonnage de Wérister* et d'un *Minéral fibreux dans un caillou de quartzite révinien, provenant de la plaine des Aguesses, à Liége*, minéral au sujet duquel M. L. de Dorlodot nous a fait deux communications, intéressantes aussi au point de vue du métamorphisme mécanique : *Découverte de disthène dans un caillou roulé de quartzite révinien, provenant de la plaine des Aguesses, à Liége*, et *Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens*; M. J. Fraipont a montré de la *Succinite* provenant *des argiles wealdiennes de Courcelles*; enfin, M. H. Buttgenbach a présenté un mémoire important : *Description de la malachite et de quelques minéraux du Katanga*, en même temps qu'il nous faisait voir deux échantillons de *Dioptase*, provenant de cette région.

La **tectonique** a fait l'objet d'un travail de M. G. Lespineux, intitulé *Observation directe de l'accentuation d'une faille, pendant le Quaternaire, dans la vallée de la Meuse*, d'un mémoire important de M. P. Fourmarier : *Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége*, d'une remarquable étude de M. M. Lohest *Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique*, d'une note du même auteur *A propos d'une notice de M. F. Folie, intitulée : Un fait physique nouveau, d'une importance capitale pour la géophysique et l'astronomie sphérique*, d'une communication de MM. M. Lohest et P. Fourmarier sur l'*Allure du Houiller et du Calcaire carbonifère sous la faille eifélienne* et de plusieurs travaux concernant le bassin houiller de la Campine et les dislocations du Congo, dont il sera question plus loin.

Les causes du **volcanisme** ont, à plusieurs reprises, intéressé nos réunions. M. P. Tabary nous a fait parvenir une note sur la *Formation d'un très grand cône au-dessus d'un pain à laitier, par le dégagement des gaz dissous dans celui-ci,* note qui a fourni, à M. M. Lohest, l'occasion de nous faire connaître ses *Considérations sur le volcanisme.*

La connaissance du **Siluro-cambrien** s'est accrue de la *Découverte*, par MM. C. Malaise et G. Lespineux, *de graptolithes à Neuville-sur-Meuse.*

Le **Dévonien** a donné lieu, cette année, à un très petit nombre de communications. M. C. Malaise nous a parlé de la découverte de *Cherts dans les calcaires frasniens, entre Louveigné et Remouchamps,* notice qui a provoqué une réponse de M. H. Forir sur l'existence de *Cherts dans le Dévonien supérieur.* M. M. Lohest a présenté des considérations *Sur des cailloux d'arkose gedinnienne rencontrés à l'ouest de Stavelot.* Il faut encore mentionner deux travaux paléontologiques de M. P. Destinez, dont il sera question plus loin.

Le **Calcaire carbonifère**, en dehors d'un des travaux paléontologiques de M. P. Destinez, d'un autre de M. J. Fraipont et des notes minéralogiques de M. V. Brien et de dom G. Fournier, n'a donné lieu qu'à une communication de M. E. Harzé sur *Une grotte dans le Calcaire carbonifère à plus de deux cents mètres de profondeur* et à une note de M. A. Renier : *Observations sur le Calcaire carbonifère de Krzeszowice (Galicie).*

Par contre, le **Houiller** a fréquemment servi à alimenter nos séances. M. E. Harzé a fait connaître des *Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique,* une *Réponse aux observations présentées au travail précédent*; M. H. Forir a fait une *Réponse à M. E. Harzé au sujet des failles de la Campine,* à laquelle M. Harzé a répliqué par sa note *Sur la figuration des failles transversales dans le bassin houiller du nord de la Belgique.* MM. P. Fourmarier et H. Forir ont signalé la découverte de *Macigno bleu foncé dans le Houiller inférieur d'Angleur.* M. A. Renier a fourni une *Note préliminaire sur les caractères paléontologiques du terrain houiller des plateaux de Herve.* M. M. Lohest a montré un *Tronc d'arbre* trouvé *debout au charbonnage de Gosson-Lagasse.* M. J. Smeysters a donné connaissance d'une

Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi. M. P. Fourmarier a mentionné la *Découverte de* Sigillaria camptotænia, *Wood et de* S. reticulata, *Lesq., dans le terrain houiller de Liége* et M. H. Forir a fait une communication *Sur les deux failles principales de l'est de la Campine*, qui a provoqué des *Observations* de M. A. Habets.

Le **Crétacé** n'a été le sujet que de la *Présentation*, par M. J. Fraipont, *d'une fructification d'*Equisetum sp., d'E. Lyelli *et de succinite, des argiles wealdiennes de Courcelles.*

M. P. Questienne nous a entretenu de l'existence d'*Un nouveau gîte de sable* **tertiaire** *à Ougrée.*

Dom G. Fournier nous a fait connaître sa *Découverte d'un ossement de tortue* **quaternaire** *dans une grotte de la région de la Meuse.* MM. M. Lohest et H. Forir ont parlé de la formation des *Cascades de Barse et du tuf du Hoyoux* et M. G. Lespineux a ajouté ses *Observations sur les cascades de la vallée du Hoyoux.*

Les **gîtes métallifères** ont fait l'objet de notices de M. R. d'Andrimont sur *Les filons de pechblende de Joachimsthal (Bohême)* et *Les filons cuprifères de Graslitz-Klingenthal (Bohème et Saxe)*, d'un important travail de M. J. Smeysters : *Découverte de filons de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi*, d'une causerie de M. H. Buttgenbach : *Quelques mots sur les cheminées diamantifères de Kimberley* et d'un très important mémoire du même auteur sur *Les gisements de cuivre du Katanga.*

La **paléontologie stratigraphique** s'est enrichie de deux notices de M. P. Destinez : *Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Carboniférien et le Famennien du Condroz* et *Faune et flore des psammites du Condroz*, ainsi que d'un remarquable mémoire descriptif de M. J. Fraipont : *Contribution à l'étude de la faune du Calcaire carbonifère de Belgique. I. Echinodermes du marbre noir de Dinant (Viséen inférieur, V1a)*, accompagné de cinq magnifiques planches en phototypie.

Nous devons signaler, maintenant, deux très importants travaux de **géographie physique**, l'un, de MM. M. Lohest et P. Fourmarier, intitulé *L'évolution géographique des régions calcaires*, l'autre dû à la plume de M. J. Cornet : *Etude sur l'évolution des rivières belges.*

Comme travaux de **géologie générale**, il importe de mentionner la *Notice explicative* de la *seconde édition* de la belle *Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines* de M. le professeur G. Dewalque et l'*Essai d'une carte géologique du lac Baïkal*, de M. P. de Makeeff, la note du premier de ces auteurs sur *Une collection de marbres exploités aux Pays-Bas vers le milieu du dix-huitième siècle* et une communication préliminaire de M. J. Cornet sur *Les dislocations du Congo.*

Les travaux d'**hydrologie** ont été particulièrement nombreux. M. P. Questienne a fourni une *Note sur un puits creusé à Landen en vue de l'établissement d'une distribution d'eau*, une deuxième *Note sur une galerie de captage d'eau potable, creusée à Villers-aux-Tours, à travers les bancs redressés du Dévonien supérieur* ; M. R. d'Andrimont nous a entretenus de *L'alimentation des nappes aquifères*, communication complétée par un *Appendice* de M. P. Questienne; M. R. d'Andrimont a encore publié une *Note sur les causes et l'intensité du jaillissement d'eau que donnent les nappes captives, lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien »* et M. P. de Heen a bien voulu reproduire, à notre intention, ses *Expériences sur la perméabilité des terrains.*

Signalons, en terminant, deux travaux qui n'ont pu trouver place dans les catégories précédentes : l'un, présenté par M. G. Dewalque, sur *Le nivellement de précision de la Belgique. Rectification*, l'autre, de M. M. Mourlon : *Résultat du referendum bibliographique.*

Enfin, M. C. Malaise a publié, dans nos *Annales*, une *Notice* **biographique** *sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin*, accompagnée d'un portrait très ressemblant de notre regretté et savant ancien président.

Nos **relations d'échange** avec les Académies, Sociétés savantes et Institutions scientifiques se sont encore accrues cette année. Nous recevons, en effet, les publications des associations suivantes :

Bruxelles. Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Bruxelles.

Budapest. Magyar ornithologiai Központ.

Charleville. Société d'histoire naturelle des Ardennes.

Columbus. Geological Survey of Ohio.

Johannesburg. Geological Society of South Africa.

Leyde. Geologische Reichsanstalt.

Lima. Bolletin de minas.
Montana. University of Montana.
Pietermaritzburg. Geological Survey of Natal and Zululand.

Tels sont, Messieurs, les actes de la Société que les statuts me font une obligation de vous rappeler. Si leur sèche énumération vous a paru peu intéressante, vous aurez, du moins, en terminant, une compensation, celle de constater la prospérité toujours croissante de notre compagnie.

Sur la proposition de M. le président, l'assemblée vote des remerciements au secrétaire général et ordonne l'impression de cet exposé.

La parole est ensuite accordée à M. J. Libert, trésorier, qui donne lecture du rapport suivant :

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous rendre compte de la situation financière de la Société pendant l'exercice 1903-1904.

Les recettes ont été de frs 7 987.97, se répartissant comme suit :

Recettes.

Cotisations des membres effectifs	frs	3 165.00
Subside du Gouvernement	»	1 000.00
Subside du Conseil provincial de Liége	»	1 000.00
Vente d'*Annales*	»	1 014.35
Remboursement de tirés à part par les auteurs	»	1 416.34
Intérêts du compte-courant et des titres	»	392.28
Total	frs	7 987.97

Les dépenses se sont élevées à la somme de frs 8 309.63, dont les principaux postes sont les suivants :

Dépenses.

Impressions	frs	4 992.58
Gravures, clichés	»	2 633.71
Commissions de banque, conservation de titres	»	70.03
Frais divers (correspondances, recouvrements, salaires des employés, etc.)	»	613.31
Total	frs	8 309.63

La comparaison des recettes et des dépenses accuse un déficit de frs. 321.66 ce qui ramène l'encaisse à la somme de frs 12 227.23, abstraction faite de la somme de 1 000 francs affectée au prix Paquot.

L'encaisse réel de la Société est constitué comme suit :

40 obligations (emprunts de villes belges), à leur valeur nominale	frs	4 000.00
Solde créditeur du compte-courant	»	8 170.10
Numéraire chez le trésorier	»	57.13
Total	frs	12 227.23

Les comptes ont été vérifiés et reconnus exacts par la Commission nommée dans la séance de juillet dernier. La vérification de la bibliothèque a également été faite.

L'assemblée donne décharge de sa gestion au trésorier et lui vote des remerciements.

Le trésorier donne ensuite lecture du **projet de budget** pour l'exercice 1904-1905, arrêté, comme suit, par le Conseil, en sa séance de ce jour :

RECETTES.

Produit des cotisations	frs	3 150.00
Vente de publications	»	500.00
Remboursement de frais de tirés à part	»	500.00
Subside éventuel du Gouvernement	«	1 000.00
Subside du Conseil provincial de Liége	»	1 000.00
Abonnement du Gouvernement à 20 exemplaires du tome XXV bis (déjà mentionné en 1901-1902 ; 1902-1903 ; 1903-1904)	»	500.00
Recettes diverses	»	300.00
Total	frs	6 950.00

DÉPENSES.

	Mémoires in 4°, tome I (tome XXV bis)	frs	1 000.00		
	Annales, tome XXVIII	»	450.00		
Impressions	» tome XXX	»	1 000.00	frs	6 450.00
	» tome XXXI	»	500.00		
	» tome XXXII	»	3 000.00		
	Tirés à part remboursables par les auteurs	»	500.00		
	Annales, tome XXVIII	»	300.00		
	» tome XXX	»	1 500.00		
Gravures	» tome XXXI	»	500.00	frs	4 300.00
	» tome XXXII	»	2 000.00		
	Commissions de banque et conservation de titres	»	100.00		
Divers	Frais de correspondance, recouvrements par la poste, colis postaux,	»	700.00	frs	1 050.00
	Salaires des employés	»	170.00		
	Divers	»	80.00		
			Total	frs	11 800.00

RÉCAPITULATION.

Recettes	frs	6 950.00
Dépenses	»	11 800.00
Déficit prévu	frs	4 850.00

Ce projet est adopté sans observation.

Il est ensuite procédé aux **élections**.

MM. Ad. Firket, J. Fraipont et P. Questienne demandent successivement aux membres de bien vouloir ne pas leur accorder leurs suffrages pour la présidence.

Le dépouillement du scrutin pour la nomination du **président** donne les résultats suivants :

Le nombre des votants est de 46 ; il y a 45 votes valables (1). M. J. Smeysters obtient 25 suffrages ; M. Ad. Firket, 11 ; M. J. Fraipont, 8 ; M. P. Questienne, 1. En conséquence,

(1) Un bulletin de vote par correspondance était signé par un membre, au nom d'un autre membre ; il n'a pas été considéré comme valable.

M. **J. Smeysters** est proclamé président pour l'exercice 1904-1905.

Le dépouillement du scrutin pour la nomination de quatre **vice-présidents** donne les résultats suivants :

Il y a 21 votants ; le nombre des suffrages valables est de 81 ; M. M. Lohest obtient 19 suffrages ; M. A. Habets, 18 ; MM. H. de Greeff et E. Harzé, chacun 17 ; M. C. Malaise, 4 ; M. M. Mourlon, 3 ; MM. H. Barlet, J. Cornet et G. Fournier, chacun 1. En conséquence, MM. **M. Lohest, A. Habets, H. de Greeff** et **E. Harzé** sont proclamés vice-présidents.

L'élection de cinq **membres du Conseil** donne les résultats suivants :

Le nombre des votants est de 21 ; celui des suffrages valables, de 101. M. Ad. Firket obtient 18 suffrages ; M. J. Fraipont, 17 ; M. J. Cornet, 16 ; M. P. Questienne, 15 ; M. M. Mourlon, 13 ; M. G. Fournier, 8 ; M. de Dorlodot, 4 ; MM. H. Barlet, R. d'Andrimont et G. Lespineux, chacun 2 ; MM. V. Brien, P. Destinez, A. Renier et O. van Ertborn, chacun 1. En conséquence, MM. **Ad. Firket, J. Fraipont, J. Cornet, P. Questienne** et **M. Mourlon** sont proclamés membres du Conseil.

D'unanimes applaudissements ont accueilli chacune de ces nominations.

M. **M. Lohest** se lève et prononce une chaleureuse allocution, dans laquelle il fait ressortir combien la charge de la présidence lui a été allégée par la cordialité des rapports des membres les uns avec les autres et par le zèle apporté par le secrétaire général, le secrétaire-adjoint et le trésorier dans l'accomplissement de leurs tâches respectives.

C'est avec fierté qu'il constate la prospérité de la Société et l'importance de ses travaux ; cette prospérité lui paraît assurée pour de longues années encore par l'introduction d'un élément jeune, enthousiaste et travailleur, celui des ingénieurs-géologues.

Il est heureux de féliciter les membres du choix judicieux de son successeur, M. J. Smeysters, dont la valeur, comme savant, est attestée par ses importants travaux et dont les hautes qualités, comme homme, lui ont attiré les sympathies et le respect de tous ceux qui le connaissent, plus particulièrement dans le pays de Charleroi, sa résidence.

Il prie M. Smeysters de prendre possession du fauteuil présidentiel *(Applaudissements unanimes.)*

Séance ordinaire du 20 novembre 1904.

M. J. Smeysters, *président, prend place au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

M. **J. Smeysters** se fait l'organe de tous les nouveaux élus, pour remercier la Société de la marque de confiance qu'elle leur a donnée.

Personnellement, il est très heureux et très fier de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence, après M. Lohest et tant d'autres savants si hautement appréciés ; toujours, il a été fier d'appartenir à une compagnie dont les travaux scientifiques ont conquis l'estime et la sympathie des personnes compétentes.

Comme M. Lohest, auquel il exprime la gratitude de tous ses confrères, il croit à la longue durée de la prospérité de la Société ; il est assuré que la cordialité des rapports de tous les membres lui rendra la tâche aussi facile qu'à son prédécesseur, et il promet de contribuer, de toutes ses forces, à assurer la continuation de ses succès *(Acclamations.)*

Le procès-verbal de la séance du 17 juillet 1904 est approuvé.

M. le président annonce une présentation.

Correspondance. — M. le Gouverneur de la province de Liége informe que le Conseil provincial a alloué, sur le budget de 1905, un subside de mille francs à la Société *(Remerciements.)*

L'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége annonce que, conformément aux vœux émis à Paris en 1900, elle a accepté la mission d'organiser, sous le patronage du Gouvernement, un Congrès des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, qui aura lieu à Liége du 26 juin au 1er juillet 1905, à l'occasion de l'Exposition universelle. Le règlement de ce Congrès, la composition du bureau général et des comités d'organisation des sections, ainsi que les programmes provisoires de ces sections figurent comme annexe à cette lettre,

Nous en extrayons les passages suivants :

Art. 3. — Seront membres du Congrès et en recevront les publications :

1° *Les délégués des Administrations publiques belges et les délégués des Gouvernements étrangers ;*

2° Les *donateurs* qui auront versé une somme d'au moins cent francs ;

3° Les *adhérents* qui auront acquitté la cotisation dont le montant s'élève à vingt-cinq francs.

Art. 4. — Les délégués des Administrations publiques belges, les délégués des Gouvernements étrangers et les donateurs recevront toutes les publications du Congrès.

Les adhérents devront se faire inscrire dans la section dont ils désirent recevoir les publications.

La cotisation de vingt-cinq francs ne donne droit qu'aux publications d'une seule des sections ; l'inscription dans une autre section pourra être obtenue moyennant un supplément de cotisation de cinq francs, qui donnera droit aux publications de celle-ci.

Art. 7. — Le Congrès comporte, en dehors de la séance solennelle d'ouverture :

1° *Des séances générales ;*

2° *Des séances de section*, consacrées à l'étude spéciale des questions concernant les mines, la métallurgie, la mécanique et la géologie appliquées ;

3° *Des conférences ;*

4° *Des visites à l'Exposition, à divers établissements scientifiques ou industriels, et des excursions de géologie appliquée.*

Art. 9. — Des rapports seront préparés sur des questions choisies par le Comité d'organisation qui désignera les rapporteurs..... Ces rapports devront être envoyés au secrétaire général deux mois au moins avant l'ouverture du Congrès..... Les rapports seront, autant que possible, distribués avant le Congrès aux adhérents.

Aucun travail ne pourra être présenté en séance, ni servir de point de départ à une discussion si, un mois avant l'ouverture de la session, l'auteur n'en a communiqué le résumé et la conclusion en français au Comité d'organisation, et si ce Comité n'en a prononcé l'inscription à l'ordre du jour.

Toutefois, lorsque l'ordre du jour d'une section aura été épuisé, le bureau de cette dernière pourra autoriser des communications non annoncées.

Programmes provisoires des sections.

I. — Section des Mines.

1. — Creusement des puits en morts-terrains à grande profondeur.

2. — Machines et engins d'extraction :

a) La machine d'extraction à vapeur ;

b) La machine d'extraction électrique ;

c) Les cables de mines. — Etudes expérimentales. — Détermination du coefficient d'élasticité.

3. — Les machines d'épuisement modernes.

4. — Les compresseurs d'air. — Unification des méthodes de détermination des rendements.

5. — Les récents perfectionnements apportés au soutènement et au remblayage. — Remblayage par l'eau.

6. — Mouvements du sol consécutifs à l'exploitation houillère. — Dégradations à la surface.

7. — Préparation mécanique des minerais et des charbons.

8. — Le grisou. — Grisoumètres. — Expérimentation des explosifs et des lampes en présence du grisou. — Pénétration dans les milieux irrespirables.

9. — Conditions à remplir par le matériel électrique des mines.

10. — Unification des statistiques minières officielles.

V. — Section de Géologie appliquée.

I. *Tectonique des bassins houillers.*

Répartition du terrain houiller en Belgique.

1. — Le nouveau bassin du nord de la Belgique.

2. — Tectonique des bassins houillers du Hainaut, de Liége, du Nord et du Pas-de-Calais, de la Westphalie, d'Aix-la-Chapelle, etc.

3. — Recherches de houille en Lorraine, etc.

II. *Gisements sédimentaires.*

1. — Les applications de la paléontologie en géologie appliquée.

2. — Les applications de la boussole et du pendule en géologie appliquée.

3. — Etat actuel de nos connaissances sur l'origine de la houille.

4. — Les gîtes de phosphate de chaux en Hesbaye.

III. *Gîtes métallifères.*

1. — Considérations ou faits nouveaux pouvant contribuer à l'étude de la genèse des gîtes métallifères.

2. — Les gîtes métallifères de la Belgique.

3. — Les gîtes métallifères de la région de Moresnet.

IV. *Hydrologie.*

L'alimentation des nappes aquifères.

1. — Etude expérimentale des échanges d'eau entre l'atmosphère et les terrains de diverses natures.

2. — Lois qui régissent la circulation de l'eau depuis la surface du sol jusqu'au niveau de la nappe aquifère.

3. — Les moyens d'investigation pour déterminer la direction et la vitesse d'écoulement des nappes aquifères

Etat actuel de nos connaissances sur les sables boulants.

L'Académie de Stanislas, de Nancy, fait parvenir le programme de concours du prix Herpin.

Le secrétaire général donne lecture de la correspondance échangée avec M. Lehmann, libraire-éditeur, à Stuttgart, relativement à la publication éventuelle, proposée par un membre, de la traduction de l'ouvrage *Das Mineralreich*, de M. le Dr. Reinhard Brauns.

Conformément à l'avis du Conseil, l'assemblée décide qu'il n'y a pas lieu de donner suite à cette proposition.

Le secrétaire général annonce que le Conseil, dans sa séance de ce jour, a décidé d'agrandir la surface occupée par le texte sur chaque page des *Annales*, sans changer le format de celles-ci.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Dons d'auteurs.

H. Buttgenbach. — Les dépôts aurifères du Katanga. *Bull. Soc. belge de géologie*, etc., t. XVIII. Bruxelles, 1904.

J. Cornet. — La Meuse ardennaise. *Ibid.*, t. XVIII. Bruxelles, 1904.

— Les collines des Flandres. *Ibid.*, t. XVIII. Bruxelles, 1904.

— Le Victoria-Nyanza est-il un « Relikten-See » ? *Mouvement géographique* des 7 et 14 février 1904. Bruxelles, 1904.

— L'orientation des vallées dans le bassin de l'Escaut. *Bull. Soc. roy. belge de géographie.* Bruxelles, 1904.

— Etude sur l'évolution des rivières belges. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

L. de Dorlodot. — Découverte de disthène dans un caillou roulé de quartzite révinien provenant de la plaine des Aguesses, à Liége. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

G. Dewalque. — Une collection de marbres exploités aux Pays-Bas vers le milieu du dix-huitième siècle. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

P. Fourmarier. — Découverte de *Sigillaria camptotænia*, Wood, et de *S. reticulata*, Lesquerreux, dans le terrain houiller de Liége. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

G. Fournier. — Le trou Félix à Falmignoul. *C.-R. du Congrès d'archéologie et d'histoire.* Dinant, 1903.

J. Fraipont. — Echinodermes du marbre noir de Dinant (Viséen inférieur, *V1 a*). *Mém. in 4° Soc. géol. de Belgique*, t. II. Liége, 1904.

G. Friedel. — Etude sur les groupements cristallins. *Bull. Soc. de l'industrie minérale*, 4e série, tt. III et IV. St-Etienne, 1904.

M. Grand'Eury. — Sur les graines de névroptéridées. *C.-R. des séances de l'Acad. des sciences*, t. CXXXIX, p. 23. Paris, 1904.

H. Hoefer. — Les conditions calorifiques des terrains à combustibles. *Rev. univ. des mines*, 4e série, t. VI, p. 159. Liége, 1904.

M. Leriche. — Les poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, t. II. Bruxelles, 1902.

G. Lespineux. — Observations sur les cascades de la vallée du Hoyoux. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

M. Lohest. — Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Notices géologiques. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

M. Lohest et *H. Forir.* — Les cascades de Barse et le tuf du Hoyoux. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

C. Malaise et *G. Lespineux.* — Découverte de graptolithes à Neuville-sur-Meuse. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

W. Prinz. — Sur la monazite et le xénotime de Nil-Saint-Vincent (Brabant). *Bull. Acad. royale de Belgique. Classe des sciences*, n° 3. Bruxelles, 1904.

P. Questienne. — Note sur un puits creusé à Landen en vue de l'établissement d'une distribution d'eau. — Note sur une galerie de captage d'eau potable creusée à Villers-aux-Tours à travers les bancs redressés du Dévonien supérieur. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

G. Simoens. — Réponse aux critiques formulées par M. Emm. de Margerie au sujet de la *Bibliographia geologica.* Bruxelles, 1904.

J. Smeysters. — Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Découverte de filons de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

Fr. Toula. — Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung der Balkanhalbinsel und des Orients. *C.-R. IXe Congrès géol. internat. de Vienne.* Wien, 1903.

— Über eine neue Krabbe (*Cancer Bittneri*, n. sp) aus dem miocänen Sandsteine von Kalksburg bei Wien. *Jahrbuch der K. k. geolog. Reichsanstalt*, Bd. LIV, Ht. I. Wien, 1903.

Fr. Toula. — Geologische Beobachtungen auf einer Reise in die Gegend von Silistria ùnd in die Dobrudscha im Jahre 1892. *Ibid.*, Bd. LIV, Ht. 1. Wien, 1904.

O. van Ertborn. — A propos de la carte géologique de la province d'Anvers et de la partie du Limbourg située au nord du Démer. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. XVII. Bruxelles, 1903.

Em. Verstraete. — Analyse, synthèse et application rationnelle de pélagonomie dynamique. — Amélioration de l'Escaut maritime. Bruxelles, 1904.

*** Inauguration du monument François Crépin. *Le Courrier de Rochefort et de Beauraing*, dimanche 31 juillet 1904.

Rapports. - Il est donné lecture des rapports de MM. J. Cornet, Ad. Firket et P. Fourmarier sur les deux travaux de M. H. Buttgenbach : *Les gisements de cuivre du Katanga* et *Description de quelques minéraux de cuivre du Katanga.* Usant de la prérogative qui lui avait été accordée, le secrétaire général a fait imprimer ces deux mémoires dans le tome XXXI, conformément aux conclusions des rapporteurs. Des remerciements et des félicitations sont votés à l'auteur.

Communications. — M. **H. Buttgenbach** expose *Quelques observations sur les champs diamantifères de Kimberley*, dont l'impression dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions de MM. M Lohest, Ad. Firket et J. Smeysters, rapporteurs.

M. **M. Lohest** s'étonne de l'opinion émise par M. de Launay au sujet des blocs de granite et de granulite, trouvés dans la péridotite diamantifère. Selon cet auteur, ces roches se trouveraient en place, à faible profondeur.

M. Lohest rappelle que, au Transvaal, le Karoo, dans lequel se trouvent les cheminées diamantifères, surmonte la série très épaisse des terrains primaires, bien connue à une distance de Kimberley relativement peu importante. Ce n'est qu'en dessous de ces roches primaires que peut se rencontrer le granite et la granulite.

M. **H. Buttgenbach** s'est également fait la même réflexion. Il n'a reproduit qu'à titre documentaire l'opinion de M. de Launay ; d'ailleurs, dans d'autres passages de son livre, le savant français s'étend assez longuement sur les roches primaires du Transvaal.

M. Ad. Firket dépose sur le bureau, de la part de M. **G. Dewalque,** la *Liste des météorites pierreux et holosidères qui se trouvent dans les collections des établissements d'instruction du pays.* L'auteur la présentera, pour l'impression, à la séance de décembre.

Aujourd'hui, il se borne à solliciter, des personnes qui posséderaient des météorites, des renseignements sur celles-ci, notamment sur le lieu et la date de leur chute, sur leur nature, sur le poids des échantillons et sur la désignation de la collection dans laquelle elles se trouvent. Ces renseignements lui permettront de dresser la liste complète des spécimens existant en Belgique.

M. Ad. Firket présente également, de la part de M. le baron **O. van Ertborn,** un travail intitulé *L'âge des argiles de la Campine et l'échelle stratigraphique du Pliocène supérieur et du Quaternaire en Belgique.* M. le président désigne comme rapporteurs MM. H. Forir, Ad. Firket et G. Velge.

La séance est levée à 12 1/2 heures.

Séance ordinaire du 18 décembre 1904

M. J. Smeysters, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 20 novembre 1904 est approuvé.

M. le président proclame membre de la Société M. Kraentzel (François), docteur en médecine, à Nalinnes, présenté par MM. Fernand Kraentzel et M. Lohest.

Correspondance. — M. J. Gosselet annonce l'envoi de son travail sur les Assises crétaciques des fosses et sondages du nord de la France *(Remerciements).*

M. E. Harzé remercie la Société de sa nomination comme vice-président et s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion de ce jour.

La famille de notre confrère Eustache Bougnet fait part de son décès. M. le président fait l'éloge de ce regretté confrère et l'assemblée décide qu'une lettre de condoléances sera adressée à sa veuve.

Le Comité géologique de Russie annonce le décès de son géologue en chef, M. l'ingénieur des mines A. Michalski. Une lettre de condoléances lui sera adressée.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Communications. — M. le professeur **G. Dewalque** demande que l'impression de sa *Liste des météorites pierreux et holosidères qui se trouvent dans les collections des établissements d'instruction du pays* soit ordonnée. Conformément aux conclusions de MM. Ad. Firket, M. Lohest et J. Smeysters, l'assemblée décide que cette liste sera insérée dans les *Mémoires.*

M. **Fernand Kraentzel** résume les conclusions d'un important travail sur la géographie physique de la partie NE. de la province de Liége, travail pour lequel MM. J. Cornet, Ad. Firket et P. Fourmarier sont désignés comme rapporteurs.

M. **A. Renier** attire l'attention sur les avantages que présenterait la réunion, dans une même figure, des coupes du Geer et de ses affluents.

Il se demande si l'accentuation de la pente du Geer, vers le confluent, ne serait pas due au changement de substratum du cours d'eau, calcaire en amont, limoneux en aval.

M. **F. Kraentzel** répond qu'il n'en croit rien, la constitution du sous-sol crétacé, sur lequel coule la rivière, est sensiblement la même dans tout le parcours du Geer.

M. **M. Lohest** remarque, cependant, qu'une différence existe dans cette constitution ; en effet, aux environs d'Eben-Emael, se trouve une terrasse couverte de cailloux, que la rivière a dû creuser pour arriver à la forme actuelle de sa vallée.

M. **F. Schoofs,** à l'occasion du travail de M. Kraentzel, résume les observations qu'il a faites, avec M. J. Lacomble, sur quelques sources du bassin du Geer, aux environs de Tongres. D'après lui, la composition chimique de l'eau de ces sources est sensiblement la même que celle de la distribution de Liége, qui provient de la même nappe aquifère du Crétacé. Conformément aux conclusions de MM. M. Lohest, Ad. Firket et P. Fourmarier, l'assemblée ordonne la publication, dans les *Mémoires*, du travail de MM. **J. Lacomble** et **F. Schoofs** : *Contribution à l'étude de quelques petites sources alimentant un affluent du Geer dans le sud de la province de Limbourg*, à la suite de celui de M. Kraentzel, quand l'impression de ce dernier aura été décidée.

M. **A. Renier** présente un échantillon de psammite plissé, provenant de la montagne de Hombiet à l'est de Verviers. L'assise d'Esneux, pincée en ce point dans un synclinal assez aigu, y est extrêmement chiffonnée. Les multiples replis des bancs minces de psammites et de schistes sont bien visibles sur les parois escarpées

résultant d'éboulements de quartiers de roches suivant les diaclases. L'échantillon a été prélevé à la tête d'un des nombreux anticlinaux. Il montre un renflement très net du crochon. Mais on y voit, en outre, du côté de l'extrados, un grand nombre de fissures radiales, baillant vers l'extérieur et dont certaines sont tapissées de cristaux de quartz. C'est surtout sous ce rapport que l'échantillon présente quelque intérêt. On y remarque aussi de belles stries de glissement qui n'existent cependant que sur un des deux flancs de la voûte et qui, ainsi qu'il arrive souvent dans ce massif, sont nettement obliques à l'inclinaison.

M. **M. Lohest** estime, d'après les résultats de ses expériences sur le plissement, que le chiffonnage des minces couches alternatives de schiste et de psammite de l'assise d'Esneux est vraisemblablement dû à l'alternance de bancs durs et tendres, très peu épais. La disposition en zic-zac des couches houillères, particulièrement frappante dans la partie méridionale du bassin de Liége, serait due à la même cause.

M. **A. Renier** fait ensuite une communication préliminaire sur des cristaux déformés de sel gemme provenant de la mine de Berchtesgaden (alpes de Salzbourg).

M. **H. Buttgenbach** fait remarquer que les figures de rayure, qu'il vient de produire sur les cristaux déformés, montrent que les faces des éléments cristallins constitutifs sont sensiblement parallèles à celles du gros assemblage déformé.

M. **A. Renier** attire enfin l'attention de l'assemblée sur une note que M. le professeur Potonié, géologue du service de la Prusse, vient de publier sous le titre :

Une formation récente de boues organiques du type des cannel-coals

(Eine recente organogene Schlamm-Bildung des Kannelkohlen Typus) [1],

PAR

H. POTONIÉ.

M. le professeur Potonié, poursuivant les études qu'il a entreprises depuis nombre d'années sur la formation des charbons, a

[1] *Jahrbuch der Königl. preuss. geologischen Landesanstalt und Bergakademie*, Bd. XXIV, Ht. 3, pp. 405-409, 1903.

fait, en avril dernier, un voyage d'études auquel il a bien voulu m'inviter à prendre part. Vu le haut intérêt de nos constatations, je crois utile de vous les signaler. Pour être succinte, la note que M. Potonié vient de publier sur ce sujet, n'en contient pas moins quelques-uns des principaux résultats de ses études.

Il y a plusieurs années déjà que, grâce aux patientes recherches microscopiques de plusieurs savants, parmi lesquels il faut citer en tout premier lieu MM. C.-Eg. Bertrand et B. Renault, nous connaissons la composition d'un très grand nombre de combustibles fossiles. Suivant la prédominance d'un élément ou d'un autre, on est ainsi arrivé à distinguer, en outre des charbons d'algues ou bogheads, des charbons de spores ou cannel-coals, des charbons de purins, etc. A M. Potonié, revient l'honneur d'avoir découvert des dépôts modernes qui possèdent exactement les mêmes caractères que les bogheads, cannel-coals, schistes bitumineux ou pétrolifères et de nous avoir ainsi fourni des données d'observation directe sur leur mode de formation.

Ces cannel-coals modernes sont des boues organiques qui forment, notamment dans les environs du Stettiner Haff, de puissants dépôts. Les sondages et les draguages de M. Potonié dans un des bras de la lagune de Stettin, le Neuwarper See, ont permis de constater que leur épaisseur y dépasse douze mètres. Ils continuent, d'ailleurs, à s'y former. Ce n'est toutefois pas sur ces dépôts que se sont portées principalement les recherches, mais bien sur les boues qui ont comblé un marais aujourd'hui artificiellement exondé, l'Ahlbecker See, et qui y sont traitées pour ammoniaque. Décrites, par certains auteurs, comme terres de bacillariacées ou encore comme amas d'algues vertes, ces boues, parfois encore dénommées tourbes, renferment un grand nombre de débris animaux et végétaux et quelques minéraux. A côté de quelques spicules de spongiaires et de débris de poissons, on y découvre, en grande abondance, des restes de crustacés. Les végétaux y sont représentés surtout par des algues et encore par des grains de pollen et des débris de plantes terrestres. Comme autres éléments de drift, il faut citer, en outre de ces deux derniers, quelques grains de sable. La masse contient enfin des matières organiques amorphes, excréments d'animaux, débris de plantes très altérés, etc., et du calcaire d'origine organique, généralement en faible quantité. Par endroits, cependant, la formation passe

latéralement à un calcaire bitumineux, par suite de la prédominance de ce dernier élément. Il ne serait pas impossible que certains calcaires paléozoïques aient une origine similaire. Je possède des échantillons d'un macigno à *Dipterus (Fa2c)* qui, sous le microscope, se montre formé de débris d'ostracodes.

Quoi qu'il en soit, les boues étudiées par M. Potonié se déposent en eaux tranquilles, et, de la non intervention de l'oxygène, résulte un mode spécial de fermentation.

Une observation importante, sur laquelle M. Potonié a spécialement attiré mon attention, et que vous ne manquerez pas de faire sur les échantillons que j'ai l'honneur de vous soumettre, est le caractère aseptique, pour ne pas dire antiseptique, de ces boues. Conservés pendant plusieurs mois à l'air, ces échantillons ne dégagent aucune odeur. Il y a là une grave objection contre les théories défendues avec tant de talent par M. B. Renault.

Ainsi que vous pouvez en juger par l'examen des échantillons, la consistance de ces boues est celle d'une gelée. Cette constatation acquiert d'autant plus d'intérêt, que ce caractère a été formellement reconnu par M. C.-Eg. Bertrand pour les cannel-coals, etc., à la suite de l'observation de l'attitude des corps figurés que ces roches renferment. Cette plasticité des boues organiques contribue beaucoup à l'instabilité des sols qui en contiennent.

Le parallèle se poursuit jusque dans l'aspect de la roche. Un échantillon prélevé au louchet montre une stratification très nette, très fine, bien que, dans la masse, il soit d'une grande compacité. Sa cassure est esquilleuse et rappelle, à s'y méprendre, celle d'un schiste bitumineux à *Cypridina* du terrain houiller.

M. **V. Brien** fait la communication suivante :

Note sur un fait intéressant au point de vue de l'origine de la dolomie,

PAR

V. BRIEN.

Dans la grande carrière de brèche carbonifère, actuellement abandonnée, située sur la rive droite de l'Eau-d'Heure, un peu au nord de la halte de Montignies-le-Tilleul, j'ai trouvé un certain nombre de fragments anguleux de dolomie noire, bien nettement

délimités, disséminés parmi d'autres éléments calcaires et entourés d'un ciment calcareux, rougeâtre. Ces blocaux de dolomie proviennent incontestablement de la fragmentation de rochers de cette substance, préexistants. Ce fait démontre donc, de façon bien claire, que si la dolomitisation des couches carbonifères n'est pas contemporaine de leur dépôt, elle était, en tout cas, un fait accompli — tout au moins pour certaines d'entre elles — à l'époque de la formation de la brèche, c'est-à-dire avant la fin de la période dinantienne.

Pour ce qui est des relations de la brèche avec la dolomie en place, je dirai qu'aux environs de Montignies-le-Tilleul, ces deux formations sont séparées par une puissante assise de calcaires blancs ou gris, à *Productus Cora*, et de calcaires bleu noir, plus ou moins veinés de blanc. Cependant on remarque, en quelques rares points, des couches peu puissantes de dolomie qui paraissent stratigraphiquement beaucoup plus voisines de la brèche ; c'est peut-être de ces dernières couches seules, et non de la dolomie viséenne proprement dite, que proviennent les cailloux dolomitiques dont il est question.

A titre de complément de l'observation qui précède, j'ajouterai que j'ai trouvé aussi des éléments de dolomie, isolés dans la brèche, à la carrière de pierres à chaux située derrière la glacerie de Franière et, à Comblain-au-Pont, dans un rocher de calcaire bréchiforme de la rive gauche de l'Ourthe; le fait est, toutefois, beaucoup moins bien caractérisé dans ces deux localités qu'à Montignies-le-Tilleul.

Enfin, dans la carrière exploitée par M. Goubille, à 300 m. de la gare de Dolhain-Vicinal, on remarque également des cailloux anguleux de dolomie, répartis dans la brèche à côté d'autres éléments calcaires. Parfois aussi, les éléments de la brèche sont calcaires et le ciment dolomitique. Ce ciment ne peut provenir, me semble-t-il, que de la désagrégation de la dolomie préexistante. Enfin, par endroits, la brèche est complètement dolomitique. Il est important de noter qu'à Dolhain, on trouve une forte assise de dolomie noire à cherts, identique à celle que nous retrouvons dans la brèche et qui est *immédiatement* surmontée par cette dernière formation : le contact se voit notamment de façon bien nette, près de la gare, dans la tranchée du chemin de fer vicinal, voisine du point terminus de la ligne.

M. **M. Lohest** rappelle, à cet égard, les importants travaux de Klément sur la formation du calcaire magnésien [1] et les faits rapportés par M. Ch. Barrois au sujet de la production de la dolomie dans les récifs coralliens actuels [2].

M. **H. Buttgenbach** montre un anneau d'oligiste, en forme de tore, provenant de la brousse des environs de Kambove (Congo). Les nègres qu'il a interrogés sur l'usage de cet anneau, n'ont pu lui donner aucune indication à cet égard. Cette trouvaille n'est pas isolée; on a, en effet, déjà signalé la découverte d'anneaux analogues au Transvaal; leur usage n'a pas, non plus, été indiqué.

La séance est levée à 12 ½ heures.

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. IX, *Mémoires*, p. 3.

(2) Ch. Barrois. Sur le mode de formation de la houille du Pas-de Calais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t, XXXIII, p. 158, 1904.

Séance ordinaire du 15 janvier 1905

M. J. Smeysters, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le procès-verbal de la séance du 18 décembre 1904 est approuvé, moyennant quelques modifications et additions, demandées par divers membres.

M. le président annonce la présentation de quatre membres effectifs.

Il se fait l'organe de la Société pour présenter à M. J. Libert, son zélé trésorier, les félicitations les plus cordiales et les plus chaleureuses, à l'occasion de sa promotion au grade d'officier de de l'ordre de Léopold.

M. J. Libert remercie sincèrement M. le président et ses confrères.

Correspondance. — Il est donné lecture d'une lettre de M. G. Dewalque, relative aux élections.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

H. Bücking. — Beiträge zur Geologie von Celebes (Nachtrag). *Sammlungen d. Geol. Reichs-Museum in Leiden*, Ser. 1, Bd. VII. Leiden, 1904.

— Zur Geologie des nordöstlichen indischen Archipels. *Ibid.*, Ser. 1, Bd. VII. Leiden, 1904.

— Zur Geologie von Nord-und Ost-Sumatra. *Ibid.*, Ser. 1, Bd. VIII. Leiden, 1904.

J. Gosselet. — Un cas de déphosphatisation naturelle de la craie phosphatée. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXI. Lille, 1902.

— Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France, région de Douai. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Les nappes aquifères de la craie au sud de Lille. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Coupe du canal de dérivation autour de Douai. Superposition de vallées actuelles à des vallons de la surface crayeuse. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France. Fasc. I, région de Douai. *Ministère des Travaux publics. Etude des gîtes minéraux de la France.* Paris, 1904.

— L'alimentation en eau de la ville de Lille. Lille, 1904.

Ach. Grégoire. — Le service agrologique de la station agronomique de Möckern. Bruxelles, 1904.

— Le musée de l'école royale d'agriculture de Berlin. Bruxelles, 1904.

A. Handlirsch. — Les insectes houillers de la Belgique. *Mém. du Mus. r. d'hist. nat. de Belg.*, t. III. Bruxelles, 1904.

P. Salvetat. — Analyse chimique de l'eau minérale de Sentem (Ariége). Toulouse, 1904.

A. von Koenen. — Ueber die untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden. *Abhandl. der K. Ges. der Wissenschaften zu Göttingen. Mathem.-phys.-Klasse*; neue Folge, Bd. III, n° 2. Berlin, 1904.

Le secrétaire général attire, entre autres, l'attention de ses confrères sur le remarquable travail de M. Gosselet relatif aux assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France.

Communications. — M. le professeur **G. Dewalque** a fait parvenir la note suivante :

Un précurseur oublié, inconnu aux chercheurs de houille dans le Limbourg,

PAR

G. DEWALQUE.

Ce précurseur, que je crois inconnu, est un général néerlandais, Van Panhuys, qui, dans les années 1825 à 1830, étant officier d'état major, avait été chargé de lever une carte géologique du bassin houiller de Namur, carte qu'il présenta à la réunion des naturalistes et médecins allemands qui se tint à Bonn en 1857 et à laquelle j'eus l'honneur d'assister.

A la même séance, Van Panhuys présenta une carte géologique de la partie méridionale du Limbourg néerlandais, qu'il avait dressée en 1850 par ordre du ministère de la guerre des Pays-Bas. Ce travail avait pour but de rechercher l'extension possible du terrain houiller sur le territoire néerlandais. L'auteur chercha à montrer que le bassin houiller de Bardenberg, au nord d'Aix-la-Chapelle, est la continuation de celui de Liége, ce qui pourrait se démontrer par des sondages. En ce cas, le Limbourg renfermerait deux lieues carrées de terrain houiller, dont une moitié ne serait recouverte que de sable vert, l'autre moitié étant recouverte de sable vert et de craie. Ces formations n'ayant habituellement qu'une épaisseur peu considérable, l'exploitation de la houille ne semblait pas devoir rencontrer de difficultés spéciales.

A cette occasion, le secrétaire général donne lecture du passage suivant d'une lettre de M. **A. Renier,** datée du 12 janvier 1905; ce passage est relatif aux frères Castiau qui, en 1806, avaient indiqué clairement la probabilité de l'existence de la houille en Campine [1].

« Savez-vous que les fameux frères Castiau sont probablement belges, même liégeois. Voici ce que je lis dans l'Explication de la Carte géologique de la France d'Elie de Beaumont et Dufrénoy, que j'ai consultée pour un autre objet, p. 729 :

[1] Voir *Ann. d. Mines de Belgique*, t. V, 2e livr., 1900. *Rapports administratifs*, pp. 246 et suiv. et *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, pp. M 104 à 106, 1903.

» En 1796, M. Castiau, *originaire du pays de Liége*, fit sonder » près de Meulers ([1]), dans le but d'atteindre des couches de » houille qu'il supposait y exister.... »

M. M. Lohest remet, de la part de M. **G. Dewalque,** le manuscrit d'une *Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines*, à l'échelle du 500 000e; le Conseil ayant émis un avis favorable sur l'opportunité de la publication de cette carte par la Société géologique, cette publication est ordonnée, conformément à la manière de voir exprimée par MM. les rapporteurs J. Smeysters, Ad. Firket et J. Libert et des remerciements sont votés à l'auteur.

Le secrétaire général est autorisé à faire imprimer, sans retard, le mémoire présenté par M. **Fernand Kraentzel** à la séance de décembre, si le rapport du troisième commissaire est favorable à l'impression, comme ceux des deux premiers rapporteurs.

M. **H. Forir** présente une analyse du remarquable travail de M. le prof. Eug. Dubois. *On an equivalent of the Cromer Forest-bed in the Netherlands*. La publication de cet article dans la *Bibliographie* est ordonnée.

M. G. Velge fait la communication suivante :

Le Forest-bed et les Lignites du Rhin dans la Campine,

PAR

G. Velge.

M. G. Velge, à la suite de la communication de M. Forir, fait remarquer qu'à son avis, la découverte de mammifères fossiles à Tegelen-lez-Venlo, est un argument décisif en faveur de la thèse qu'il a le premier soulevée en 1896 et en 1898, au sujet de l'âge tertiaire et pliocène de l'argile de Merxplas et des sables de Moll.

La démonstration ne consiste pas tant en ce que l'argile de Tegelen appartient stratigraphiquement à l'horizon de Merxplas, ni en ce que la faune de Tegelen est identique à celle du *Forest-bed* de Cromer, lequel serait tertiaire lui-même, car ainsi, la solution dépendrait de la justification rigoureuse de l'identité des

([1]) Meulers est entre Dieppe et Neuchâtel.

argiles de Merxplas et de Tegelen et aussi de celle de l'âge tertiaire ou quaternaire du dépôt de Cromer, question que certains géologues anglais persistent à considérer comme douteuse.

Non, la démonstration de l'âge tertiaire a été faite en 1896 et surtout en 1898, dans une note *Sur le sable tertiaire de la province de Namur et le sable de Moll*, publiée par la Société géologique.

Aucun des arguments fournis à cette occasion n'a été réfuté par personne jusqu'ici. La seule objection qu'on leur ait faite était la présence, dans l'argile de Merxplas, d'ossements appartenant prétendûment au renne et au bison, c'est-à-dire quaternaires ou modernes.

Or, la découverte de Tegelen a donné aux possesseurs de ces ossements de Merxplas et de Ryckevorsel, l'heureuse idée de faire reviser la détermination scientifique de ces intéressants documents et le résultat en fut, que les ossements en question n'appartiennent ni au bison ni au renne. La paléontologie donc, qui était seule jusqu'ici à s'opposer à ce que l'argile de Merxplas fut considérée comme tertiaire, convient finalement de son erreur.

Peu importe, dès lors, qu'il y ait une légère différence dans l'ensemble des faunules de Cromer et de Tegelen d'une part et de Merxplas-Ryckevorsel d'autre part, puisque l'identité de Tegelen et de Merxplas était déjà établie antérieurement, malgré la paléontologie.

Dans tous les cas, pour les incrédules irréductibles, le problème sera singulièrement diminué, puisque la paléontologie reconnaît déjà l'identité de Tegelen et de Cromer et que, par conséquent, pour identifier Merxplas à Cromer, il ne reste plus qu'à identifier Merxplas à Tegelen. Or, par la stratigraphie, cela n'est pas bien difficile, alors qu'établir une différence sérieuse entre Merxplas et Cromer ou entre Merxplas et Tegelen paraît être un problème peu commode pour la paléontologie.

Dans tous les cas, il résulte de l'absence du bison et du renne à Merxplas que le *Moséen* qui n'était construit que sur cette hypothèse, disparaît définitivement de la nomenclature géologique et que les sables de Moll, comme l'argile de Merxplas, sont incontestablement tertiaires et doivent prendre le nom de *limburgien* qui leur fut attribué dès 1898.

Par suite de la différence énorme qui découle de l'attribution d'un horizon géologique au sommet du Tertiaire, plutôt qu'à la base du Quaternaire, on peut prévoir qu'il en résultera une perturbation profonde dans la carte géologique de la Campine, à peu près pour tous les termes, depuis l'argile de Boom jusqu'au sommet du terrain tertiaire.

M. Velge en donne un exemple pris dans le nord du Limbourg où la carte géologique récemment publiée, a figuré le terrain tertiaire replié en bassin ou cuvette, alors que le seul fait de devoir rapporter les sables de Moll et l'argile de Merxplas à la série tertiaire, prouve à l'évidence qu'il n'existe, dans le Limbourg belge, que de longues plateures tertiaires, plongeant constamment vers le Nord, ce qui indique, en profondeur, de longues plateures houillères jusqu'à la frontière de Hollande. Au contaire, l'hypothèse du terrain tertiaire incurvé en bassin, était l'indice presque certain d'un synclinal dans le Houiller sur le territoire belge.

Il rappelle encore qu'il a montré précédemment que l'argile réfractaire d'Andenne et les sables de verreries subordonnés à cette argile, sont des sables appartenant au sable de Moll et à l'argile de Merxplas, pliocènes et ne sont pas du tout d'âge oligocène ; que les lignites du Rhin dans lesquels la découverte de Tegelen fait pénétrer directement notre nouvelle assise *limburgienne* appartiennent, eux aussi, au Pliocène supérieur de par leur stratigraphie, leur faune et leur flore, malgré l'opinion contraire des géologues allemands.

*
* *

M. **H. Forir** répond assez longuement à plusieurs points de cette communication. Il montre, notamment, que la démonstration du synchronisme des argiles du nord de la Campine et de Tegelen n'a pas été faite jusqu'à présent.

En effet, au point de vue stratigraphique, on peut dire qu'entre le gîte hollandais de Tegelen et le point du territoire belge le plus proche de cette localité où a été rencontrée l'argile litigieuse, à Eyndhoven, il y a un intervalle de 43 kilomètres, occupés par de nombreuses failles ayant affecté jusqu'au cailloutis campinien ; pour ce qui concerne le caractère paléontologique de ces argiles, il importe d'attendre que la détermination des ossements de Merxplas et de Ryckevorsel ait fait connaître si, oui ou non, ils

appartiennent aux mêmes espèces que ceux découverts par M. Dubois aux environs de Venlo.

Pour ce qui concerne l'attribution des argiles en question au sommet du Tertiaire ou à la base du Quaternaire, M. Forir n'y attache absolument aucune importance et il ne comprend même pas que l'on puisse en attacher. La limite des groupes tertiaire et quaternaire est, en effet, purement arbitraire ; elle est l'œuvre des hommes et non celle de la Nature ; et encore, les savants sont-ils loin de s'être mis d'accord sur son emplacement. Si donc l'attribution de ces argiles à l'un ou à l'autre de ces groupes peut *sembler* avoir une grande importance, par les modifications qu'elle peut entraîner dans la *figuration* de la Carte géologique, elle n'en a aucune dans la réalité, car le fait que les argiles du nord de la Campine sont inférieures au cailloutis campinien suffit à établir qu'elles sont plus anciennes que ce dernier, et plus récentes que les sables dits moséens qu'elles surmontent.

Ce serait à tort également que l'on reprocherait à M. Mourlon, l'auteur du levé de la Carte géologique de la Campine la disposition en bassin qu'il a attribuée aux assises tertiaires, dans la partie orientale de cette région. Ses déterminations de roches étaient exactes, contrairement à ce qu'on en a dit ailleurs, avec une certaine virulence, en se fondant sur une argumentation erronée. Mais notre savant collègue ne pouvait deviner, avant les recherches de houille effectuées en Campine, que la partie orientale de cette région est occupée par un réseau complexe de failles, ayant affecté jusqu'aux couches quaternaires, et il a été conduit, tout naturellement, à supposer une allure synclinale pour les terrains tertiaires, allure qui n'existe pas en réalité.

M. Forir ne peut admettre non plus l'assimilation que fait son sympathique confrère, M. G. Velge, des sables de Moll et de l'argile de Merxplas aux argiles d'Andenne et aux sables qui leur sont subordonnés, pas plus qu'aux lignites du Rhin. Il montre que, au sondage de Dilsen, notamment, les sables de Moll, épais de 11 mètres, sont séparés des sables à lignite du Rhin, par 210 mètres de sable fin, micacé, glauconifère, gris verdâtre,

appartenant au Boldérien et, peut-être, partiellement au Diestien ; au sondage de Lanklaer (n° 20), on retrouve une superposition analogue ; les sables de Moll y ont une puissance de 53 mètres ; ils surmontent 120 mètres de sables boldériens, qui reposent eux-mêmes sur 50 mètres de sables à lignite du Rhin. Des coupes fort semblables ont été observées dans plusieurs forages du Limbourg hollandais. Il en résulte donc clairement que, si le sable de Moll est indiscutablement post-Boldérien, les sables à lignite du Rhin sont, au contraire, anté-Boldériens ; ils ne peuvent donc, en aucune façon être assimilés l'un à l'autre.

Pour ce qui concerne l'argile plastique d'Andenne, son âge oligocène a été clairement montré par la découverte d'une flore aquitanienne qu'y a faite notre confrère M. M. Lohest, flore déterminée par M. A. Gilkinet ; il ne peut donc être question, non plus, de son identification aux sables de Moll, postérieurs au Boldérien, donc post-miocènes.

M. **G. Lespineux** fait la communication suivante, en montrant une collection remarquable de superbes échantillons de minéraux, notamment de whitérite, de barytine, de fluorine, etc. :

Mine de whitérite de Settlingstone (Northumberland),

PAR

GEORGES LESPINEUX,

Tandis que la barytine se rencontre fréquemment dans les gangues des filons, et en constitue même parfois le remplissage exclusif, le carbonate de baryum ou whitérite est relativement très rare, et n'est qu'exceptionnellement exploitable ; aussi, est-ce avec le plus grand intérêt que nous avons visité, au cours d'une mission en Angleterre, la mine de Settlingstone, exclusivement exploitée pour whitérite. Cette mine, unique en Europe, assure à elle seule les cinq sixièmes de la production mondiale qui est de 6 000 tonnes annuellement.

La constitution géologique de la région est très simple ; c'est le Carbonifère, reposant directement, en discordance de stratification, sur le Silurien, qui affleure dans la région de la mine.

Le Carbonifère, d'une puissance de 800 mètres, est composé, dans sa partie supérieure, d'une alternance de bancs minces de grès et de schiste, avec quelques couches de houille; les étages moyen et inférieur contiennent, en outre, de nombreux bancs de calcaire.

Vers le milieu de ce faisceau de couches se trouve, interstratifié entre calcaire et schiste, un banc de basalte de puissance variable, mais atteignant 40 mètres à Settlingstone. Cette couche, qui, au point de vue génétique, a suscité de nombreuses discussions, est actuellement considérée comme intrusive. A son contact, les roches lui servant de toit et de mur, sont métamorphisées sur deux mètres d'épaisseur.

Tous ces terrains ont conservé leur stratification horizontale, accusant seulement un faible pendage général vers l'E., où le Houiller affleure pour former le bassin de Newcastle. En particulier, dans la région de la mine, par suite des dérangements dûs aux rejets des filons, les couches inclinent faiblement vers l'W.

Description du système de fractures et de filons.

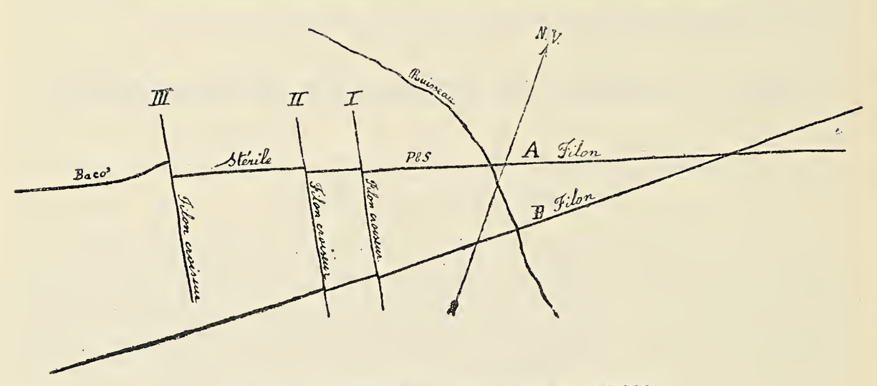


FIG. 1. — Echelle approximative de 1 : 10 000.

Nous avons représenté schématiquement, dans la figure ci-dessus, le système filonien très simple de Settlingstone. Il se compose de deux filons A et B, se croisant sous un angle faible, dirigés en moyenne N. 60° E. et recoupés normalement par trois filons croiseurs I, II, III.

Les filons, de même que les croiseurs, sont des cassures normales; les premiers inclinent faiblement au Sud, et les seconds, tantôt à l'E., tantôt à l'W.

Un seul des filons croiseurs, outre le rejet vertical, accuse, au point de croisement, un rejet horizontal de quelque importance. Ce rejet est très curieux et assez commun dans les mines du Cumberland ; il n'affecte le filon que sur une certaine longueur au delà de laquelle, ce dernier reprend sa direction première (voir fig. 1).

Les filons constituent le système de cassures le plus ancien, le seul qui soit minéralisé.

L'historique de la mine nous apprend qu'anciennement, les deux filons étaient exploités pour le plomb dans leur partie supérieure. Les difficultés de l'épuisement nécessitèrent l'abandon des travaux dans le filon B.

Le filon A, actuellement exploité pour carbonate de baryum, occupe une fracture dont le rejet varie, de l'E. à l'W., de 2 à 25 mètres.

Un profil en travers nous montrerait que le filon est composé d'une succession de rubans de minerai, concentrés au niveau des couches résistantes, calcaires, grès et basalte, dans la traversée desquelles la cassure est nette et franche, tandis que, dans les schistes, elle s'éparpille et se ramifie en de nombreuses veinules.

C'est au niveau du basalte, et au-delà du croiseur III, que le filon est actuellement exploité.

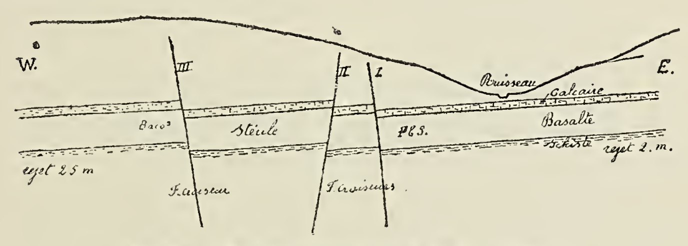


Fig. 2. — Echelle approximative de 1 : 10 000.
Coupe longitudinale suivant le filon A.

Vers l'E., le remplissage était constitué par de la galène qui fut exploitée jusqu'au croiseur I. Passé celui-ci, le filon devient stérile jusqu'au croiseur III, à partir duquel on rencontra la whitérite.

La délimitation du filon avec ses épontes, vu l'absence de salbandes, n'est pas bien marquée, le minerai ayant cristallisé sur les parois encaissantes avec lesquelles il fait corps.

Le remplissage est compact et composé presque exclusivement de whitérite fibreuse et cristalline, qui englobe des fragments de la roche encaissante. Outre le carbonate de baryum, on rencontre assez souvent, dans les druses du filon, de la barytine crétée ou cristallisée, recouvrant des concrétions de whitérite.

Nous avons également recueilli, dans les géodes, avec des cristaux de whitérite de plusieurs formes et de barytine, des cristaux de calcite, de pyrite et de blende. Ces deux sulfures se rencontrent aussi, mais rarement, en mouches disséminées dans la masse du remplissage.

Nous ne traiterons pas ici la question de la genèse des fractures et de leur remplissage. Cette étude très intéressante fera l'objet d'un travail sur les gisements miniers du Cumberland.

Tel qu'il est extrait, le minerai, constituant déjà un produit commercial, subit une préparation mécanique très simple.

Par le scheidage, on forme deux classes de produits, qui sont appelés :

I. Whitérite extra, cristalline et transparente.

II. Whitérite pure.

Les produits écartés par ce premier triage, sont concassés, puis lavés, et donnent encore quatre numéros de whitérite.

La valeur commerciale moyenne des 6 qualités ainsi obtenues, est de 75 francs la tonne.

Il existe également, dans le district d'Alston-Moor (Cumberland) plusieurs filons contenant de la whitérite, mais ils ne sont pas exploités.

La séance est levée à 12 $^1/_2$ heures.

---

20 FÉVRIER 1905

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

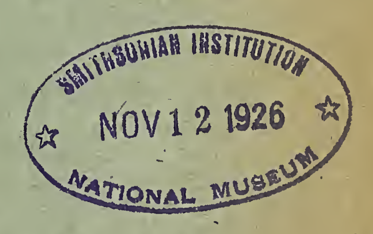
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XXXII. — 2e LIVRAISON.

Bulletin, feuilles 5 à 6.
Mémoires, feuilles 7 à 9.
Planches IV, V.
(La 5e et dernière livraison du tome XXVIII, les 3e et 4e livraisons du tome XXX paraitront ultérieurement.)

17 JUILLET 1905.



LIÉGE
Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)
8, rue Saint-Adalbert, 8

1905

Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit :

G. DEWALQUE. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs. 3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs. 10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs. 3.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs. 5.00
Annales, tomes I à III, V, IX, X, XVII,	chacun	frs. 2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs. 3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs. 5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs. 7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXV, XXVIII et XXIX,	chacun	frs. 15.00
tomes IV, XXIII, XXVI et XXVII,	chacun	frs. 20.00
Mémoires in-4°, tome I, 1re et 2e livraisons,	chacune	frs. 15.00
tome II, 1re livraison,		frs. 6.00

Le tome VI est épuisé, les tomes IV et XXVII ne sont plus vendus séparément.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, on peut se procurer les livraisons isolées suivantes, au prix de fr. 0.30 chacune, sans remise :

t. II, sans les planches ; t. IV, sans les planches ; t. XIII, 1re l., sans les planches ; t. XIII, 2e l. ; t. XIV, 1re l. ; t. XV, 1re et 3e l. ; t. XVI, 2e l. ; t. XVIII, 2e et 3e l. ; t XIX, 4e l. ; t. XX, 3e et 4e l. ; t. XXII, 1re et 2e l. ; t. XXIII, 1re l. ; t. XXIV, 3e l. ; t. XXV, 2e l. ; t. XXVII, 1re et 4e l. ; t. XXIX, 2e, 3e et 4e l.

Prix des tirés à part.

Les auteurs ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires de leurs communications, sans titre spécial.

Le prix des tirés à part est établi comme suit, pour un tirage de soixante-quinze exemplaires *supplémentaires* et moins (papier des *Annales*, à moins d'arrangements contraires). Le prix des exemplaires *supplémentaires* dépassant soixante-quinze sera calculé par quart de cent, d'après les chiffres de la dernière colonne, établis pour *cent* exemplaires.

Y compris le remaniement du titre et la couverture.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	
1/2 feuille et moins	frs.	0.75	1.40	2.00	3.55
Plus de 1/2 jusque 1 feuille	»	1.10	2.05	2.90	5.05
Par feuille en plus.	»	0.85	1.55	2.15	3.75
Pour la dernière 1/2 feuille, si le tiré à part comprend un nombre impair de demi-feuilles	»	0.45	0.80	1.10	2.00
Pour brochage de chaque planche.					0.25
Titre spécial, composition et tirage . . .	»	1.00	1.00	1.00	1.00

Les planches se paient en sus, au prix coûtant.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au secrétaire général, qui opèrera le recouvrement du prix des tirés à part supplémentaires, par quittance postale, dans la huitaine de l'envoi de ceux-ci et après préavis.

Séance ordinaire du 19 février 1905.

M. M. LOHEST, *vice-président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 15 janvier 1905 est approuvé, moyennant une modification à la page B 61.

M. le président proclame membres effectifs MM.

CENTNER (Paul), ingénieur, à Lambermont (Verviers), présenté par MM. J. Fraipont et M. Lohest.

DELMER (Alexandre), ingénieur au Corps des mines, 47, rue Thier-de-la-Fontaine, à Liége, présenté par MM. P. Fourmarier et J. Libert.

GREINDL (baron Léon), professeur à l'Ecole de guerre, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles, présenté par MM. H. Forir et M. Lohest.

STÉVART (Paul), ingénieur au Corps des mines, 97, boulevard Audent, à Charleroi, présenté par MM. V. Brien et H. Forir.

Il annonce une présentation de membre effectif.

Correspondance. — Le secrétaire général dépose, de la part de M. J. Cornet, un « *Billet cacheté expédié à Monsieur le secrétaire » général de la Société géologique de Belgique le 21 janvier 1905.* » L'assemblée en accepte le dépôt; le pli est contresigné, séance tenante, par le président et le secrétaire général, et confié à ce dernier.

Une circulaire, accompagnée de la lettre d'envoi suivante, a été adressée à la Société par le bureau du Congrès international de géologie appliquée.

MONSIEUR,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que, pour répondre au vœu maintes fois exprimé par nos collègues étrangers, notamment lors du Congrès géologique de Vienne en 1903, nous avons organisé un Congrès de Géologie appliquée qui s'ouvrira à Liége le 25 Juin 1905. Ce Congrès forme l'une des sections

du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, dont vous trouverez ci-joint un extrait du règlement et un bulletin d'adhésion.

Nous espérons qu'à la suite de cette première réunion dont le succès est, dès à présent, assuré, les autres pays organiseront périodiquement des Congrès du même genre.

Les applications de la Géologie ont pris une importance considérable, ainsi que vous pouvez en juger par le programme des questions portées à l'ordre du jour et par le titre des communications dont vous trouverez ci-après l'énumération et qui nous ont été annoncées jusqu'à ce jour.

Indépendamment de ces questions, le Congrès pourra aborder l'étude de tout problème se rapportant à la Géologie appliquée.

Un grand nombre de géologues éminents nous ont annoncé des communications et prendront la parole à nos réunions. Nous citerons, parmi les premiers adhérents : MM. Ch. Barrois de Lille, P. F. Chalon de Paris, De Launay de Paris, H. Domage de Lyon, E. Dubois de Haarlem, J. Gosselet de Lille, H. Höfer de Leoben, K. Keilhack de Berlin, F. Laur de Paris, H. Louis de Newcastle, M. Lugeon de Lausanne, H. Potonié de Berlin, Schulz-Briesen de Dusseldorf, F. Villain de Nancy, sans compter la plupart des géologues belges.

Le Congrès coïncide avec l'Exposition de Liége, où la section de Géologie appliquée, dans la classe des sciences, présentera un grand intérêt et avec le Congrès du pétrole dont une section s'occupera spécialement de l'origine et de la recherche du pétrole.

De nombreuses excursions relatives aux problèmes de Géologie appliquée en Belgique seront organisées, notamment à Spa, à Charleroi, à Esneux et en Hesbaye.

Les notices relatives aux excursions et les mémoires seront, autant que possible, distribués aux congressistes, avant l'ouverture du Congrès.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

POUR LE COMITÉ D'ORGANISATION :

Le Secrétaire,
René D'ANDRIMONT.

Le Président,
Max. LOHEST.

(Voir pp. B 39 à 42 les principaux articles du règlement et le programme provisoire.)

Le bureau du Congrès de chimie et de pharmacie, organisé à l'occasion de l'Exposition universelle et internationale de Liége du 27 au 30 juillet 1905, a fait parvenir une circulaire contenant, notamment, un extrait du règlement et le programme provisoire. Cette circulaire sera communiquée aux membres qui la réclameront au secrétaire général.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs. La liste des dons d'auteurs sera publiée dans le procès-verbal de la prochaine séance.

Le secrétaire général attire l'attention sur un don fait, par M. G. Dewalque, de vingt-trois brochures sur les cartes géologiques des pays étrangers et de trois autres sur les cartes géologiques en général.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. J. Cornet, Ad. Firket et P. Fourmarier sur le travail de M. **Fernand Kraentzel** : *Le bassin du Geer. Études de géographie physique.* Conformément à la décision prise à la dernière séance, le secrétaire général a fait imprimer le mémoire. Des félicitations sont adressées à l'auteur.

Lecture est donnée des rapports de MM. A. Halleux, P. Questienne et H. Forir sur deux mémoires de M. **René d'Andrimont** : *L'allure des nappes aquifères contenues dans des terrains perméables en petit, baignés par la mer* et *Note préliminaire sur une nouvelle méthode pour étudier expérimentalement l'allure des nappes aquifères dans les terrains perméables en petit.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée vote l'impression de ce travail dans les *Mémoires* et adresse des félicitations à l'auteur.

A la demande du secrétaire général, M. le président désigne MM. H. Forir, P. Fourmarier et R. d'Andrimont pour examiner un travail de M. **G. Uhlenbroek** : *Carte géologique du SE. du Limbourg néerlandais*, accompagné d'une importante notice explicative.

M. le président se lève et prononce l'allocution suivante :

En entrant en séance, nous avons tous été péniblement surpris et émus en apprenant la mort de notre confrère **Adolphe Firket**. Membre fondateur de la Société, il fit, sans interruption, partie de son Conseil, depuis son origine, alternativement comme président, vice-président ou conseiller.

Il manquait bien rarement à nos réunions, et vous connaissez ses nombreux et importants travaux, publiés dans nos *Annales*.

Mais Firket fut, avant tout, pour nous, un homme de bon conseil. Dans les moments difficiles, c'est toujours à lui que nous nous adressions, et si notre Société n'a cessé de prospérer, c'est, en grande partie, à ses avis judicieux et conciliants que nous le devons.

Je vous propose, Messieurs, de lever la séance en signe de deuil.

La séance est levée à onze heures.

Séance ordinaire du 19 mars 1905.

M. M. Lohest, *vice-président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 19 février 1905 est approuvé, moyennant une modification de forme et une suppression de note à la page B 67.

M. le président proclame membre effectif M.

Collin (Jules), ingénieur des mines, 28, rue Villain XIV, à Bruxelles, présenté par MM. V. Brien et P. Habets.

Il annonce deux présentations de membres effectifs.

Correspondance. — M. le président annonce, au nom de M. le professeur G. Dewalque, que le septante-cinquième meeting de l'Association britannique pour l'avancement des sciences aura lieu à Cape-Town (Afrique méridionale), à partir du 15 août 1905, sous la présidence de M. le professeur G.-H. Darwin.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la séance du 15 janvier sont déposés sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Dons d'auteurs.

J.-C. Branner. — The Pororóca, or bore of the Amazon. *Science*, november 28, 1884. Boston, 1885.

— Glaciation of the Wyoming and Lackawanna valleys. *Amer. philos. Soc*, 1886.

— The training of a geologist. *Indiana Acad. of Sciences.* Indianapolis, 1889.

— The cement-materials of south-west Arkansas. *Amer. Instit. of mining Engineers*, Chicago meeting, 1897.

— Bacteria and the decomposition of rocks. *Amer. Journal of Science*, vol. III, 1897.

— The former extension of the appalachians across Missis-sipi, Louisiana and Texas. *Ibid.*, vol. IV, 1898.

J.-C. Branner. — Ants as geologic agents in the tropics. *Journal of Geology*, vol VIII, n° 2. Chicago, 1900.

— The oil-bearing shales of the coast of Brazil. *Amer. Inst. of mining Engineers*, Canadian meeting, 1900.

— The zinc- and lead-ore deposits of North-Arkansas. *Ibid.*, Mexican meeting, 1901.

— Geology of the north-east coast of Brazil. *Bull. of the Geol. Soc. of America*, vol. XIII, pp. 41-98. Rochester, 1902.

— The palm trees of Brazil. *Popular Science Monthly*, mars 1902.

— A topographic feature of the hanging valleys of the Yosemite. *Journal of Geology*, vol. XI, n° 6. Chicago, 1903.

— Is the peak of Fernando-de-Noronha a volcanic plug like that of Mont-Pelé? *Amer. Journal of Science*, vol. XVI, 1903.

— Note on the geology of the Hawaiian Islands. *Ibid.*, vol. XVI, 1903.

— A bibliography of the geology, mineralogy and paleontology of Brazil. *Archivos do Mus. nacion. do Rio-de-Janeiro*, vol. XII. Rio-de-Janeiro, 1903.

J.-C. Branner and *C.-E. Gilman.* — The stone reef at the mouth of Rio-Grande-do-Norte, Brazil. *American Geologist*, vol. XXIV, 1899.

J.-C. Branner and *J.-F. Newson.* — Syllabus of a course of lectures on economic geology, 2d edition, 1900.

V. Brien. — Note sur un fait intéressant au point de vue de l'origine de la dolomie. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

H. Buttgenbach. — Les gisements de cuivre du Katanga. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Quelques mots sur les cheminées diamantifères de Kimberley. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1903-1904.

— Quelques observations sur les champs diamantifères de Kimberley. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1904.

G. Dewalque. — Catalogue des météorites conservées dans les collections belges. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

G. Dewalque. — Un précurseur oublié, inconnu aux chercheurs de houille dans le Limbourg. *Ibid.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

Alb. Gaudry. — Fossiles de Patagonie. Dentition de quelques mammifères. *Mém. Soc. géol. de France*, t. XII, fasc. 1. Paris, 1904.

G.-K. Gilbert. — Plans for obtaining subterranean temperatures. *Year Book of the Carnegie Institution of Washington*, n° 3. Washington, 1905.

Fd. Kraentzel. — Le bassin du Geer. Etudes de géographie physique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

J. Lacomble et F. Schoofs. — Contribution à l'étude de quelques petites sources alimentant un affluent du Geer dans le sud de la province de Limbourg. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

G. Lespineux. — Mine de withérite de Settlingstone (Northumberland). *Ibid.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1905.

E. Mattirolo. — Schiarimenti sulla carta geo-litologica delle Valli di Lanzo. *Public. della sezione di Torino del Club alpino italiano.* Turin, 1904.

H. Potonié (*A. Renier*). — Une formation récente de boues organiques du type des cannel-coals. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

J. Smeysters. — Note sur les troncs d'arbres fossiles découverts dans les travaux souterrains du charbonnage de Monceau-Bayemont, à Marchienne-au-Pont. *Ann. des mines de Belg.*, t. X. Bruxelles, 1905.

G. Velge. — Le Forest-bed et les lignites du Rhin dans la Campine. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1905.

A. von Koenen. — Ueber Wirkungen des Gebirgsdruckes im Untergrunde in tiefen Salzbergwerken. *Nachr. d. K. Gesells. der Wissenchaften zu Göttingen. Math.-physik. Klasse*, Ht. 1, 1905. Göttingen, 1905.

Communications. — Le secrétaire général rend compte des expériences faites, par M. R. d'Andrimont, devant plusieurs membres, à l'issue de la séance de février, expériences ayant

pour objectif l'étude de la circulation de l'eau dans les terrains avoisinant la Mer du Nord, sur notre littoral.

Les rapporteurs ont été unanimes à déclarer que la relation de ces expériences, faite par l'auteur dans le *Mémoire* dont la publication a été ordonnée à la dernière séance, est scrupuleusement exacte.

Il rappelle ensuite que les auteurs sont instamment priés de fournir un manuscrit de leurs communications tel, qu'il ne doive pas subir de remaniement, après fidèle composition. *Les frais de remaniement sont portés en compte aux auteurs.*

Les figures à reproduire dans le texte doivent être dessinées à l'encre de Chine, sur papier blanc sans lignes ou sur calque ; il est recommandé de les faire un tiers ou un quart plus grandes qu'elles ne doivent être.

Les dessins *en noir*, destinés à former des planches hors texte, doivent être faits à la grandeur de la reproduction, à l'encre de Chine *très noire*, sur papier calque *bien transparent*. La confection des planches se faisant par un procédé photographique, l'encre de Chine liquide du commerce ne suffit pas ; elle donne des épreuves indécises, auxquelles manquent les fins détails.

Il est bien entendu que tous les dessins, tant ceux qui doivent figurer dans le texte, que ceux qui constituent les planches, doivent être très soignés, car ils sont reproduits *exactement* par la photographie.

L'assemblée charge le secrétaire général, qui accepte, de la rédaction d'une notice biographique sur notre regretté confrère **Adolphe Firket** ; elle exprime le désir que la reproduction de la photographie de ce dernier figure dans les *Annales.*

M. le président donne lecture d'une *Notice explicative*, par M. **G. Dewalque**, de son *Essai de carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines.* Sur la proposition des rapporteurs, MM. A. Habets, J. Libert et H. Forir, cette notice sera insérée dans les *Mémoires.* Des remerciements sont votés à l'auteur.

Le secrétaire général donne lecture d'une *Note bibliographique* de M. **A. Renier**, relative à un travail de M. A. Heim. *La variation du degré géothermique au tunnel du Simplon.* L'insertion de ce travail dans la *Bibliographie* est ordonnée.

Le secrétaire général donne connaissance de la communication suivante :

Deuxième note sur les terrasses de la vallée de la Vesdre,

PAR

A. RENIER.

J'ai signalé, il y a deux ans, l'existence d'une terrasse de la Vesdre au nouveau quartier des Hautes-Mezelles, à Verviers (1). J'ai eu, depuis cette date, l'occasion d'étudier, à diverses reprises, des dépôts analogues dans les environs immédiats de cette même ville. Bien qu'ayant l'espoir de soumettre sous peu à la Société une étude d'ensemble sur cette question, je crois intéressant de signaler, dès à présent, les principales conclusions de mes recherches.

Les terrasses sont, tant en amont qu'en aval de la ville, bien développées sur l'une et l'autre rive.

Il existe souvent deux niveaux de terrasses. Leur différence d'altitude est d'environ 30 à 35 m. aux Dardanelles et au cimetière communal de Verviers, les terrasses inférieures étant à 40 - 45 m. au dessus du cours actuel de la rivière.

Les terrasses inférieures sont généralement bien conservées. Celle des Dardanelles, entaillée par un chemin creux descendant vers les Prés-Javais, apparaît, dans les parois des talus, sous forme d'un cailloutis assez dense, composé de quartzites divers, grès dévoniens, quartz de filon, silex noirs et blonds ; les quartzites et grès atteignent 25 centimètres de diamètre. Le ciment est argileux; le cailloutis repose sur des schistes altérés de couleur gris brunâtre ; son épaisseur atteint 3 à 4 mètres. L'état de conservation des terrasses supérieures est ordinairement assez précaire. On n'y trouve que des cailloux épars, surtout des quartzites cambriens, des grès et psammites dévoniens, plus rarement du calcaire. Ces cailloux sont parfois englobés dans une épaisse couche de limon, ainsi que j'ai pu le constater à la bifurcation de la route de Verviers à Lambermont avec celle venant de Francomont.

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, pp. B 108-109, 21 juin 1903.

La disparition des cailloutis résulte, d'ailleurs, souvent moins de l'érosion par les agents météoriques, que de l'utilisation des limons argileux pour la fabrication de briques, comme à la terrasse inférieure du cimetière, à la terrasse située derrière la prison, et peut être encore à celles de la rue de Bruxelles et du Vélodrome.

Il en résulte une certaine oblitération des formes du terrain qui n'est cependant pas suffisante pour diminuer l'importance du rôle des terrasses dans le modelé de la vallée. C'est en me basant sur ces formes, que je suis parvenu à définir l'extension de chaque terrasse, dont le levé déjà délicat en raison des exploitations anciennes, est rendu très difficile par suite de la grande division de la propriété.

Les surfaces ainsi délimitées sont un peu déclives vers la vallée. Certaines d'entre elles apparaissent cependant, sur le terrain, comme sensiblement horizontales.

L'examen de l'ensemble des résultats consignés dans le tableau suivant, montre que la pente générale se fait de l'Est vers l'Ouest, sens de l'écoulement actuel de la rivière.

ALTITUDE APPROXIMATIVE DES TERRASSES [1].

Rive gauche			*Rive droite*
Cimetière sup.	240 m. — 250 m.		
inf.	205 m. — 215 m.		
		235 m. 245 m.	Dardanelles sup.
		210 m.	inf.
Prison	225 m. — 230 m.		
		205 m. 215 m.	Hautes Mezelles.
rue de Bruxelles (etc.)	185 m. — 200 m.		
		205 m. — 212 m.	Cokaïhaie.
Vélodrome	180 m. 190 m.		
		180 m. — 193 m.	Route d'Ensival à Lambermont.

Je n'ai rencontré, jusqu'à présent, dans ces cailloutis, aucune roche qui ne soit connue dans le bassin hydrographique actuel de la Vesdre.

Je dirai, en terminant, que j'ai constaté également l'existence de terrasses dans les vallées des affluents, notamment dans celle

[1] Dans le cas de formes peu nettes, j'indique l'altitude des limites d'extension.

de la Hoëgne en amont de Pepinster. Là encore, il paraît y en avoir à plusieurs niveaux.

M. **M. Lohest** fait remarquer qu'il a également observé des terrasses dans les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, notamment à Comblain-au-Pont et à Martinrive ; mais ces terrasses, renseignées sur la Carte géologique au 40 000e, ne semblent appartenir qu'à une seule période, et non à deux.

M. **Fd. Kraentzel** attire l'attention sur le fait que les deux niveaux de terrasses de la Vesdre semblent correspondre, par leur différence d'altitude, à ceux de la Meuse, ce qui indiquerait deux périodes consécutives de creusement.

Le secrétaire général donne lecture du travail suivant :

Découverte d'*Acrolepis Hopkinsi* dans le Houiller inférieur (H1) de Bois-Borsu.

PAR

P. Destinez.

J'ai l'honneur de présenter un reste assez remarquable de poisson, que j'ai découvert, dans le courant de l'année dernière, dans un terris de l'ancienne exploitation, abandonnée depuis 1859, du Houiller inférieur *(H1)* de Bois-Borsu. Ce terris, qu'on est occupé à transporter pour remettre en culture son emplacement, est sur le point de disparaître ; il est situé sur la limite des deux communes de Bois-Borsu et de Clavier, à environ 100 m. à l'W. du lieu dit La Machine (Clavier). Comme la plupart des anciens terris qui existent encore dans la région, celui-ci renferme, outre des débris de schiste ampélitique, de gros rognons d'un calcaire impur, ayant beaucoup d'analogie avec ceux si connus de l'ampélite alunifère de Chokier, quoique, cependant, beaucoup plus volumineux et moins riches en goniatites. C'est au centre de l'un des plus grands de ces rognons, que j'ai eu la bonne fortune de découvrir le poisson en question.

Il y était accompagné de nombreuses petites moules, décrites et figurées par de Ryckholt [1] sous le nom de *Mytilus ampælitícola*.

[1] Mélanges paléontologiques, 1re part., pl. VIII, fig. 17, p. 143.

Deux écailles de ce poisson ont d'abord été décrites et figurées en Angleterre par Mc. Coy [1] sous le nom d'*Acrolepis Hopkinsi ;* elles auraient été découvertes, d'après cet auteur, dans le Calcaire carbonifère du Derbyshire. Depuis lors, ou peut-être même déjà avant la découverte du spécimen anglais, plusieurs exemplaires de ce poisson ont été trouvés dans l'ampélite alunifère de Chokier. L'un d'entre eux, découvert par M. Wigny, a été figuré, mais non dénommé, par De Koninck [2] ; un autre exemplaire, trouvé par A. Dumont, avait été communiqué par lui à Agassiz [2]. Dans ces derniers temps, différents chercheurs ont retrouvé, toujours dans les anciens terris de l'ampélite alunifère de Chokier, plusieurs beaux spécimens d'*Acrolepis Hopkinsi*, possédant des séries d'écailles agencées. Ils se trouvent dans des collections particulières, entre autres dans celles de MM. G. Dewalque, M. Lohest, H. Forir, P. Destinez, etc.

Laboratoire de géologie de l'Université de Liége,
le 19 février 1905.

Conformément aux conclusions de MM. J. Fraipont, M. Lohest, et H. Forir, l'assemblée ordonne l'insertion aux *Mémoires* d'un autre travail de M. **P. Destinez** : *Complément de la faune des psammites du Condroz (Famennien)* et vote des remerciements à l'auteur.

Le secrétaire général donne lecture de la note suivante :

Le Forest-bed et les Lignites du Rhin en Campine.
Réplique aux objections de M. H. Forir,

PAR

G. VELGE.

Lennick-St.-Quentin, 18 février 1905.

Mon cher secrétaire général,

Je vous prie de vouloir insérer au procès-verbal de la séance de dimanche prochain 19 février, ces quelques mots en réponse à votre note au sujet du Forest-bed et des Lignites du Rhin dans la Campine belge.

(1) British palæozoic Rocks and Fossils. pl. 3 C, fig. 10.

(2) Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique, pl. XLV, fig. 5^a et 5^b, p. 648, 1842.

Comme vous, je voudrais voir établir une identité absolue entre la faune du gisement de Tegelen et celle de Merxplas-Ryckevorsel. Cela dépendra, évidemment, du hasard et de la tenacité des chercheurs ; mais cette identité absolue des espèces est moins intéressante à connaître que la constatation faite à Merxplas-Ryckevorsel au sujet de l'âge *pré-quaternaire* des espèces trouvées à ce jour. Il résulte, en effet, de cette dernière observation, qu'il ne peut y avoir, dans la Campine, un horizon quaternaire, dit moséen, lequel serait plus ancien que l'horizon des cailloux roulés à faune du mammouth et du renne et qu'il n'existe plus le moindre doute au sujet de la base du Quaternaire, pas plus en Belgique que dans les pays voisins.

Au point de vue de la géologie de la Hollande, c'est le renversement complet de toutes les idées reçues. Au lieu de devoir considérer, à Amsterdam par exemple, le terrain quaternaire comme ayant une puissance de plusieurs centaines de mètres, on reconnaîtra, désormais, que le Quaternaire des Pays-Bas n'est pas plus puissant que le Quaternaire belge et que toutes les formations inférieures à l'horizon du mammouth sont tertiaires.

Dans les îles qui séparent le Zuiderzée de la Mer du Nord on trouve la formation à ossements de mammouth à la surface du sol.

Quant à l'assimilation que je propose entre les argiles réfractaires et le sable à lignites d'Andenne d'une part, avec les sables de Moll et argiles de Merxplas d'autre part, j'espère que nous ne tarderons pas à en tomber d'accord.

Si la flore d'Andenne et celle des Lignites du Rhin sont identiques, ce que personne ne conteste, il faut bien remarquer, cependant, que l'âge de cette flore, dite aquitanienne, bien que généralement admis comme oligocène, est encore loin d'être exactement fixé au point de vue de l'échelon stratigraphique qu'elle occupe dans la série générale des terrains tertiaires.

Rien de plus hypothétique, jusqu'ici, que la hauteur stratigraphique des Lignites du Rhin et, par conséquent, de la faune dite aquitanienne, caractérisant cet horizon géologique.

D'autre part, la flore limburgienne a été trop peu étudiée à ce jour, pour que l'on puisse la comparer à la flore aquitanienne et être fixé sur les ressemblances et les dissemblances.

J'ai essayé, précédemment, de résoudre le problème par des considérations stratigraphiques, en signalant, à la frontière de la

Prusse rhénane et du Limbourg hollandais, des gisements étendus de Lignites du Rhin incontestés, y surmontant, non seulement les sables boldériens de l'Oligocène, comme c'est le cas à Gerresheim et à Vohwinkel, rive droite du Rhin, mais même le Miocène fossilifère, sans que jamais on ait observé, sur les Lignites du Rhin, autre chose que les formations les plus récentes. La carte géologique allemande figure du reste les Lignites du Rhin dans les environs les plus immédiats de Tégelen.

Au nord d'Aix-la-Chapelle, il s'est passé, il y a quelques années, dans les Lignites du Rhin, un fait fort analogue à ce que l'on vient de constater à Merxplas. On y a trouvé, en effet, le membre antérieur d'un rhinocéros dont les géologues ont négligé de tenir compte, parcequ'il avait été déterminé comme *Rhinoceros tichorinus*, espèce quaternaire, ce qui était en opposition avec l'âge oligocène qu'il était convenu d'accorder aux Lignites du Rhin. A Merxplas, par contre, on avait attribué les bois de cervidés à des espèces quaternaires, parce que l'on croyait, à cette époque, que l'argile de ce gisement était d'âge quaternaire. On vient de voir qu'on s'était trompé à Merxplas. N'en serait-il pas de même à Nivelstein et le rhinocéros de ce dernier gisement ne serait-il pas *Rhinoceros etruscus*, comme à Tegelen ? Le doute est permis, étant donné qu'il s'agit de déterminer l'espèce sans autre document qu'un membre antérieur.

Quant à l'argument tiré du sondage profond de Lanklaer (n° 20), je crois que cette coupe est plus concluante en faveur de ma thèse qu'en faveur de la thèse contraire.

Vous savez mieux que moi que la récolte des échantillons tertiaires a été fort peu soignée par les sondeurs, dans les grands forages de la Campine, en général, et qu'il y est souvent difficile d'arriver à des déterminations précises.

C'est ainsi que le sondage de Lanklaer (n° 20), dont l'orifice est à la cote 46, aurait rencontré de 14 m. de profondeur jusque 67 m., une épaisseur de 53 mètres de Moséen, aujourd'hui Limburgien, puis 120 mètres de sable boldérien, puis 50 mètres de Lignites du Rhin, renseignés comme « sans équivalent en Belgique ».

Les *Annales des mines* ne s'expliquent pas sur les raisons qui ont conduit à cette dernière détermination. Au contraire, leur description ne correspond à aucun des caractères habituels des Lignites du Rhin véritables.

Le texte, en effet, qualifie les 50 mètres inférieurs d'argileux et de non lignitifères. Les 10 mètres de la base sont même *glauconifères*. Les vrais Lignites du Rhin sont, au contraire, très purs, non glauconifères et saturés de *Braunkohle*, au point de donner fréquemment lieu à des exploitations de charbon. D'autre part, les sables supérieurs de Lanklaer, sur toute leur hauteur de 53 mètres, renferment du lignite, sont purs et non glauconifères.

Il y aurait donc lieu de démontrer pourquoi les sables limburgiens de Lanklaer, qui possèdent tous les caractères physiques de la formation allemande, ne pourraient pas beaucoup mieux être assimilés à ceux-ci que les sables inférieurs, lesquels n'y ressemblent en rien.

Il y a aussi quelque chose de bien anormal dans cette épaisseur absolument inusitée de 120 mètres de sable boldérien, qui figure dans la coupe de Lanklaer.

Recevez, mon cher secrétaire général, l'expression de mes sentiments très distingués.

G. Velge.

M. **H. Forir** ne répondra que quelques mots à la communication précédente de son sympathique confrère, M. G. Velge.

Tout d'abord, les bois de cervidés de l'ouest de Turnhout, conservés au Musée du parc du Cinquantenaire, à Bruxelles, auraient été déterminés par M. Eug. Dubois comme *Cervus Falconeri*, Dawk., espèce du Crag de Norwich anglais, d'après une communication récente de M. O. van Ertborn à la Société belge de géologie.

Or, le Crag de Norwich est antérieur au Forest-bed de Cromer, auquel appartiennent les espèces de Tegelen, et son âge tertiaire n'est pas plus démontré que celui de ce dernier.

D'après une communication déjà ancienne, les bois de cervidés de Turnhout, silicifiés, ont été *incisés à l'état frais par la main de l'homme*.

S'il en est bien ainsi, leur détermination est un argument très sérieux en faveur de l'attribution, non seulement des argiles de la Campine et de Tegelen, mais aussi du Crag de Norwich et du Forest-bed de Cromer au Quaternaire.

En effet, le Quaternaire, par définition même, est caractérisé par l'apparition de l'homme, au point de vue paléontologique, par

l'état continental de la plus grande partie de l'Europe, au point de vue stratigraphique.

Les géologues sont loin de s'être mis d'accord sur le synchronisme des dépôts se trouvant à la limite du Tertiaire et du Quaternaire en Europe, certains d'entre eux rangeant tel dépôt dans le premier de ces groupes, d'autres plaçant une formation équivalente dans le second.

Pour ce qui concerne l'argile de Tegelen, bien connue aujourd'hui par le remarquable travail de M. Dubois, il est à remarquer que, seules, les huit espèces suivantes, dont six appartiennent aux mammifères et deux aux végétaux, sont actuellement éteintes.

Trogontherium Cuvieri, Owen
Cervus Sedgwicki, Falc.
— *teguliensis*, Dubois
— *(Axis) rhenanus*, Dubois
Equus Stenonis, Cocchi
Rhinoceros etruscus, Falc.
Juglans tephrodes, Ung.
Stratiotes Websteri, Pot.

En revanche, onze espèces déterminées spécifiquement, parmi lesquelles se trouvent un mammifère, une tortue, des grenouilles, des mollusques et tous les végétaux sauf deux, vivent encore actuellement; toutes ces espèces sont, sans conteste, *continentales*.

S'il existe donc des arguments en faveur de l'attribution de cette argile au Quaternaire, ceux en faveur de son âge tertiaire sont, en réalité, bien faibles.

Mais, encore une fois, je n'attache qu'une bien mince importance à ces questions de classification, qui sont l'œuvre de l'homme, non celle de la Nature.

Mais il n'en est pas de même de l'assimilation, défendue avec une belle énergie par notre sympathique confrère, des argiles réfractaires, des sables d'Andenne et des Sables à lignite du Rhin, d'une part, avec les sables de Moll et les argiles de Merxplas, d'autre part.

Il nous dit que, « à la frontière de la Prusse rhénane et du Lim-
» bourg hollandais, des gisements étendus de Lignites du Rhin
» incontestés surmontent, non seulement les sables boldériens,

» mais même le Miocène fossilifère ». J'estime qu'ici, il est victime d'une erreur très accréditée et facilement compréhensible.

Ainsi que je l'ai montré récemment, dans plusieurs sondages du Limbourg hollandais, de même que dans ceux de Dilsen et de Lanklaer (n° 20) en Campine, on a trouvé les Sables à *épaisses* couches de lignite du Rhin, surmontés de Boldérien, lequel est, lui-même, recouvert de sables à *minces* couches de lignite qui ne sont que le prolongement des Sables de Moll de la Campine. Or, en certains endroits, ces derniers sables dits « moséens » sont mis en contact immédiat, par des failles, avec les *vrais* Sables à lignite du Rhin, surmontés, plus au Nord-Ouest, de Boldérien fossilifère, incontestable, et la ressemblance de ces deux sortes de sables est telle, que les géologues les plus exercés passent de l'un à l'autre sans s'en apercevoir, ce qui a amené, dans le levé des cartes géologiques du Limbourg hollandais et de la Prusse occidentale, des interprétations réellement étourdissantes.

Les géologues allemands ont été amenés, cependant, à distinguer des Lignites du Rhin supérieurs ([1]), miocènes ou pliocènes ([2]) et des Lignites du Rhin inférieurs ou oligocènes.

L'âge de ces derniers, *qui sont ceux exploités en grand sur le Rhin*, est incontestable; on y a trouvé une importante faune tongrienne et rupélienne, détaillée, notamment, par H. von Dechen ([3]), Ad. Gurlt ([4]), etc., et ils présentent des niveaux interstratifiés d'argile, de sable argileux et de sable glauconifère, souvent fossilifères; ces derniers sont tout à fait analogues aux sables de la base des « Sables à lignite du Rhin » du sondage de Lanklaer.

Quant à l'épaisseur de 120 mètres de Boldérien de ce dernier forage, elle n'a rien d'anormal; plusieurs recherches de la Campine en ont fait reconnaître une puissance plus considérable encore; il ne faut pas oublier, en effet, que cet étage, comme la plupart des

([1]) Ceux-ci paraissent n'être autre chose que les Sables de Moll, d'âge indéterminé, probablement pliocènes et quaternaires.

([2]) KINKELIN. *Abhandl. zur geol. Specialkarte v. Preussen*, IX, 1892.

([3]) H. VON DECHEN. Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen, sowie einiger angrenzenden Gegenden, II. Bd. Bonn, A. Henry, 1884.

([4]) AD. GURLT. Uebersicht ueber das Tertiär-Becken des Nieder-Rheines. Bonn, 1872, 1 carte.

dépôts crétacés et tertiaires, s'épaissit notablement vers le Nord, et il ne faut pas perdre de vue non plus, que la partie supérieure des sables que j'ai rapportés à ce niveau, et qui ne m'ont pas fourni de fossiles, pourrait bien être pliocène, diestienne, comme cela s'est présenté au sondage de Louwel; cependant, il est à remarquer que les sables diestiens de ce dernier forage sont plus argileux, moins fins et plus glauconifères que les sables boldériens sous-jacents, qui ressemblent étonnamment à ceux de Lanklaer prémentionnés.

De tout ceci, l'on peut conclure que les sables de Moll et les argiles de Merxplas, vraisemblablement quaternaires et pliocènes, ne peuvent, en aucune façon, être synchronisés avec les argiles réfractaires et les sables d'Andenne, pas plus qu'avec les Sables *inférieurs* à lignite du Rhin, incontestablement oligocènes.

M. **V. Brien** fait une communication très intéressante : *Description et interprétation de la coupe de Calcaire carbonifère de la Sambre, à Landelies*, dont la publication dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapports de MM. M. Lohest, A. Habets et P. Fourmarier. Des félicitations et des remerciements sont votés à l'auteur.

M. **M. Lohest** estime que le pli couché que vient de décrire très clairement M. Brien peut servir à expliquer la formation d'une des failles inverses de la région, soit celle de Lernes, soit celle du Carabinier, soit un autre accident. Elle confirme la manière de voir émise par M. Marcel Bertrand pour le bassin houiller du nord de la France, manière de voir analogue à celle qu'Arnould avait fait connaître antérieurement, sans figure malheureusement, pour expliquer l'accident de Boussu [1] :

« Une forte poussée venant du Sud-Ouest s'est produite après » le renversement des couches dévoniennes sur le carbonifère, » elle a opéré au-delà de notre frontière un plissement de la forme » d'un S retourné. Les roches se trouvaient dès lors disposées en » bassin dans une position renversée.

» La poussée continuant à s'exercer énergiquement, une fracture » s'est produite vers le bas de l'S, tandis qu'une autre fracture,

(1) GUSTAVE ARNOULD. Bassin houiller du couchant de Mons. Mémoire historique et descriptif. Mons, Manceaux, 1877, in-4°, p. 177.

» coïncidant peut-être avec la faille d'Anzin, se produisait au » Nord dans le terrain houiller.

» La poussée résultant d'une force souterraine agissant à distance » s'est faite obliquement en montant, et la masse comprise entre » les deux fractures s'est avancée sur ce plan incliné, absolument » comme les roches dévoniennes sur la faille du Midi, en refoulant » le terrain houiller devant elle.

» Finalement, la dénudation n'a laissé de ce phénomène que ce » que l'on en observe aujourd'hui. »

La structure compliquée des Alpes a été expliquée par M. Lugeon [1], en faisant intervenir de ces grands plis couchés ou en S retourné, suivant l'expression d'Arnould.

Selon M. Lohest, l'étirement du flanc moyen du pli couché de Landelies se serait produit sous la coupe de Calcaire carbonifère de la tranchée du chemin de fer, ce qui expliquerait qu'on ne le voit pas.

M. **V. Brien** n'est nullement adversaire des théories d'Arnould et de Marcel Bertrand, mais il croit qu'il est difficile de les appliquer complètement au cas de Landelies. Sans doute, l'existence du pli couché, démontrée par la coupe, semble plaider en faveur de ces théories. Mais il faut observer que le pli en question n'a pas un développement bien considérable ; d'autre part, les faits démontrent qu'il n'y a pas, comme le voudrait la théorie, étirement du flanc inférieur du synclinal et qu'aucune faille ne passe, dans la coupe, suivant ce flanc.

En un mot, le pli couché de Landelies ne serait, en quelque sorte, que le *prélude* des grandes failles de refoulement de la région, mais il n'aurait pas *directement* contribué à leur formation.

M. **René d'Andrimont** fait une communication sur *Quelques observations sur le levé géologique de la région traversée par la faille eifélienne entre Chokier et Flémalle.* L'insertion de ce travail dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. H. Forir, P. Fourmarier et A. Habets.

[1] Voir, notamment : M. LUGEON. Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. *Bull. des labor. de géol., géogr. phys., min. et pal. de l'Université de Lausanne,* n° 4. Lausanne, Corbraz et Cie, juin 1903.

Enfin, lecture est donnée, par M. le président, d'une communication de M. **Ad. Lecrenier,** *Sur une cause de variation de l'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique.* MM. M. Lohest, H. Forir et P. Fourmarier, désignés comme rapporteurs, concluent à l'insertion de cette notice dans les *Mémoires*, étant donné l'intérêt que présentent les expériences décrites par l'auteur, et dont les témoins ont été montrés à la séance. Mais ils font des réserves sur certaines idées émises au cours de ce travail. L'assemblée se rallie aux conclusions des commissaires et vote des remerciements à l'auteur.

La séance est levée à treize heures.

Séance ordinaire du 16 avril 1905.

M. P. Questienne, *vice-président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance du 19 mars 1905 est approuvé, moyennant la rectification d'une erreur de citation à la page B 81, demandée par M. H. Forir.

M. le président proclame membres effectifs M.

Breyre (Adolphe), ingénieur au Corps des mines, 22, boulevard d'Omalius, à Namur, présenté par MM. V. Brien et H. Forir et l'

Ecole de guerre, à Bruxelles, présentée par MM. L. Greindl et H. Forir.

Correspondance. — MM. J. Smeysters, P. Fourmarier, A. Habets et M. Lohest s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. le Commissaire général du Gouvernement belge à l'Exposition de Saint-Louis de 1904 fait connaître que la Société géologique a obtenu le diplôme de médaille d'or en collectivité, dans le groupe 8 de cette exposition. *Remerciements.*

Le Secrétaire général du Comité d'organisation du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées qui se tiendra à Liége en 1905 fait connaître que, en témoignage de reconnaissance pour le concours que notre Société a prêté à ce Congrès, une carte d'adhérent sera mise à la disposition de la personne qui lui sera désignée.

L'assemblée désigne le président de la Société, M. J. Smeysters, pour la représenter et adresse des remerciements au Comité d'organisation.

M. le président annonce le décès de notre confrère Victor Steinbach et fait l'éloge du défunt. *Condoléances.*

Le secrétaire général annonce que la Société scientifique de Bruxelles se réunira en assemblée générale les 2, 3 et 4 mai à

à 14 $^1/_2$ heures à l'hôtel Ravenstein, 11, rue Ravenstein, à Bruxelles. M. de Lapparent fera, le 2 mai, une conférence sur *Les nouveaux aspects du volcanisme.*

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière réunion sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Le secrétaire général donne lecture de la note suivante :

Les Lignites du Rhin dans les sondages houillers de la Campine,

PAR

G. VELGE.

Je crois devoir répondre encore quelques mots aux objections faites, à la dernière séance, à ma communication concernant l'âge et l'identité de l'argile de Merxplas et des sables de Moll.

Ces objections peuvent se résumer ainsi : « Si l'argile de » Merxplas est admise dans le terrain tertiaire, nous serons » peut être en désaccord avec certains géologues anglais qui » hésitaient encore à ranger le *forest-bed* de Cromer dans le » terrain tertiaire plutôt que dans le Quaternaire.

» D'autre part les géologues allemands habitués à confondre » dans une seule et même assise géologique les Lignites du » Rhin à faune et flore continentales et les sables marins à » faune rupélienne et tongrienne, situés à un niveau inférieur » aux Lignites, seront conduits à modifier leur manière de voir.

» Et, en Belgique même, que deviendra la définition du Quater- » naire (que certains auteurs supposent avoir pris naissance au » moment précis de la première apparition de l'homme), s'il se » confirmait que les ossements de Merxplas portaient *in situ* » des incisions dues à l'homme, circonstance qui ferait remonter » l'existence de celui-ci à la fin de la période tertiaire? »

Ces objections sont intéressantes mais non péremptoires.

En effet, la présence de *Cervus Falconeri* dans l'argile de Merxplas prouve que celle-ci est antérieure à l'époque du mammouth et du renne quaternaires.

De plus, l'identification des assises de Merxplas et de Moll avec les Lignites du Rhin incontestablement tertiaires, dont je fournis une nouvelle preuve plus loin, montre que Merxplas et Moll sont tertiaires eux mêmes.

L'identité de l'argile de Tegelen et des Lignites du Rhin d'une part, de l'argile de Tegelen et du *forest-bed* de Cromer d'autre part, prouve que Cromer lui-même est tertiaire.

Comme Merxplas et Cromer tertiaires, se trouvent au sommet du Pliocène, il devient incontestable que les Lignites du Rhin eux-mêmes sont pliocènes et non oligocènes.

On m'objecte pourtant que l'âge oligocène des Lignites du Rhin se trouve démontré en fait par quatre sondages houillers récemment exécutés dans le Limbourg belge à Dilsen, à Lanklaer et au pont de Mechelen (n°s 20, 46, 50 et 52 des *Annales des mines* de 1902-1903).

Les coupes de ces sondages, si elles étaient exactes, laisseraient croire, en effet, que les deux formations Merxplas-Moll et Lignites du Rhin se rencontrent, à Lanklaer, en superposition directe et séparées par une grande épaisseur de sable et d'argile oligocènes.

Mais quelle est la valeur scientifique de ces coupes, au point de vue tertiaire?

Faut-il rappeler que les sondages profonds du Limbourg ont été exécutés spécialement pour la recherche du terrain houiller, et nullement en vue de l'étude du terrain tertiaire; que la plupart des *Bohrmeisters*, sinon tous, n'avaient ni les connaissances, ni la manière d'opérer, ni surtout la curiosité qu'il eut fallu pour reconnaître les morts-terrains traversés par la sonde et récolter convenablement et méthodiquement des échantillons du terrain tertiaire.

Je loue sans réserve les géologues, et notre honorable secrétaire général en particulier, qui ont eu le courage de sauver quelques bribes scientifiques de ces forages qui furent admirables au point de vue de la technique du mineur, qui, avec quelques précautions, auraient pu l'être également au point de vue de nos connaissances géologiques, mais qui, en réalité, n'ont pas répondu à nos légitimes espérances.

L'étude des coupes des 63 sondages publiées par les *Annales des mines* et dressées parfois sans l'aide d'un seul échantillon,

sur les renseignements vagues puisés dans la mémoire d'un ouvrier, souvent sans une seule note enregistrée sur le vif, par un homme compétent, montre à l'évidence qu'il est imprudent d'y attacher, à de très rares exceptions près, l'importance d'un document.

Loin de résoudre le problème des morts terrains, ils ont plutôt multiplié les énigmes et l'étude attentive des affleurements en aurait appris bien davantage.

Dans tous les cas, je vais démontrer que les sondages 20, 46, 50 et 52 dont il est question ici, tombent bien dans cette catégorie.

Pour donner une forme plus concrète à mes explications, je prie le lecteur de jeter un coup d'œil sur l'intéressante carte publiée par M. Forir dans la 1re livraison du volume XXX des *Annales de la Société géologique*. On y trouve représentée dans la moitié de droite et traduite en diagramme, la manière de voir que notre honorable secrétaire général développait à la dernière séance avec son habituel talent.

Toute la partie septentrionale des provinces d'Anvers et du Limbourg y est teintée comme correspondant au sable de Moll et l'on voit celui-ci franchir la Meuse jusqu'à la frontière hollando-prussienne au delà de Sittard.

D'autre part, dans l'angle sud-est de la carte, sont figurés, au pays d'Aix-la-Chapelle et d'Eschweiler, les Lignites du Rhin, lesquels, se raccordant à l'Est à ceux de Bonn, s'étendent à l'ouest jusqu'au delà de Heerlen. Sauf quelques détails de tracé je suis d'accord avec l'auteur, sur l'exactitude de la présence des vrais Lignites du Rhin aux environs d'Aix, au moins jusqu'à l'ouest de Heerlen et de celle du sable de Moll dans le Limbourg, au moins jusqu'à l'est de Sittard, mais le nœud du différend se trouve à la jonction des deux formations, entre Heerlen et Sittard.

Pour moi, ces deux dépôts de sable blanc lignitifère à aspect minéralogique identique, s'y soudent et s'y confondent en une nappe unique, tandis que, d'après la carte de M. Forir, les Lignites du Rhin y plongeraient sous le sable de Moll et même sous le Boldérien et le Rupélien, ce qui serait d'accord avec les coupes, supposées exactes, des sondages 20, 46, 50, 52, situés non loin de là, à la rive gauche de la Meuse.

Mais ce tracé tout théorique, et étayé sur des failles problématiques, peut être contrôlé par des observations irréfutables faites à la surface.

Le terrain tertiaire présente, en effet, dans le pays de Heerlen un nombre suffisant d'affleurements pour permettre de vérifier les superpositions réelles des différentes assises tertiaires.

C'est ainsi que, tout autour de Heerlen, où le sable à lignite est très bien représenté et à découvert, on n'aperçoit jamais aucune autre formation tertiaire, reposant sur celle-là. Par contre, on y découvre parfaitement la série des assises sous-jacentes.

Or, ce n'est pas sur le terrain crétacé, qu'y reposent les Sables à lignite, ainsi que le feraient croire les sondages de Lanklaer; au contraire, j'ai eu l'occasion plusieurs fois d'y observer, sous les Sables à lignite du Rhin, une assise de plusieurs mètres de *Diestien*, reposant même sur le *Boldérien* et, par l'intermédiaire de celui-ci, sur l'argile *rupélienne*.

On trouve donc, dans la région de Heerlen, sous le Sable à lignite du Rhin, exactement la même série d'assises tertiaires que l'on trouve sous le sable de Moll à Elsloo-sur-Meuse et dans le Limbourg belge, ce qui prouve bien que les sables à lignite des deux rives de la Meuse sont identiques et appartiennent à une seule et même nappe, plus récente que l'assise diestienne sur laquelle elle repose.

Donc, à l'ouest de Heerlen, les Lignites du Rhin passent aux sables de Moll, latéralement et sans solution de continuité ni intervention de faille.

Comme personne ne conteste que les sables d'Andenne sont les Sables à lignite du Rhin et que je viens de montrer que ceux-ci s'identifient avec les sables de Moll, il en est bien de même pour les premiers.

D'autre part, si les Lignites du Rhin, comme les sables de Moll sont pliocènes, il est impossible que les fossiles rupéliens et tongriens que l'on croit y avoir trouvé en Allemagne, ne proviennent pas d'un niveau inférieur à la base de ces Sables à lignite du Rhin et, par conséquent, plus ancien.

M. **H. Forir** juge inutile de continuer ce débat. Il a fait connaître sa manière de voir dans les séances de janvier et de mars, et il la conserve intégralement ; il conteste, cependant,

l'exactitude du résumé que son sympathique confrère donne des objections qu'il a présentées à ses vues, et il renvoie les lecteurs à son propre texte. Les faits sur lesquels il a étayé son opinion seront publiés très prochainement ; ils démontrent clairement l'inexactitude des conceptions de M. Velge.

Le secrétaire général donne lecture du travail suivant :

La théorie des plis-failles.

Un point de l'histoire de la géologie belge,

PAR

J. CORNET.

A la dernière séance de la *Société géologique* (1) M. M. Lohest a rappelé un passage d'un ouvrage de feu Gustave Arnould (2), dans lequel cet ingénieur a exposé, en termes très brefs et assez peu précis, une théorie sur la formation du massif de recouvrement de Boussu.

Je connaissais cette théorie, non pas seulement par le texte d'Arnould, qui, je le répète, est par trop concis, mais aussi par l'exposé que m'en a fait un jour, avec une clarté montrant qu'elle lui était familière, un de nos confrères, ancien haut fonctionnaire de l'Administration des mines, aussi savant que modeste et qui ne me pardonnerait même pas de le citer ici.

La théorie donnée dans l'ouvrage d'Arnould est bien différente de celle que M. Marcel Bertrand a exposée avec tant de talent en 1894 (3), mais elle fait appel, comme celle-ci, à des mouvements de chevauchement résultant de ruptures de plis, autrement dit, à ce que M. Marcel Bertrand lui-même a, le premier, désigné sous le nom de *plis-failles*.

Bien que M. Marcel Bertrand ait trouvé une partie de ses argu-

(1) Séance du 19 mars 1905. Voir page B 82.

(2) Bassin houiller du Couchant de Mons. Mémoire historique et descriptif, 1877, p. 177.

(3) Etude sur le bassin houiller du Nord et le Boulonnais. *Annales des mines*, 9e série, t. V, 1894.

ments dans les figures même du travail mémorable de Briart sur les accidents de Landelies, l'application de la théorie du pli-faille à Landelies et à Boussu rencontre de graves objections.

Aussi, et bien qu'à mon sens, la question de l'origine de nos lambeaux de recouvrement soit loin d'être vidée, mon intention n'est pas d'insister sur ce sujet pour le moment.

Je voudrais seulement profiter de l'occasion pour mettre en évidence, dans nos *Annales*, un point intéressant de l'histoire de la géologie belge et même de l'histoire des théories orogéniques en général.

L'idée d'expliquer les accidents qui bornent au Sud l'affleurement du bassin houiller belge, sur une grande partie de sa longueur, par un pli-faille, avec chevauchement accentué du flanc supérieur, a été émise, dès 1863, par F.-L. Cornet, en des termes d'une grande précision et absolument clairs, dans une communication faite en son nom et en celui de Briart.

Bien que l'expression de *pli-faille* (M. Bertrand), de même que celles de *faille de plissement* (Schardt), de *pli-faille inverse* (Heim et de Margerie) et les termes équivalents en anglais et en allemand soient de date récente, l'idée de ce genre de dislocation a été énoncée, il y a 42 ans, par F.-L. Cornet et A. Briart d'une façon aussi nette qu'on pourrait le faire aujourd'hui.

Disons tout de suite qu'il s'agit ici de l'explication de l'origine de la *faille eifélienne* de Dumont et de son *analogue* dans le Hainaut, la *grande faille du Midi* de Cornet et Briart.

On sait qu'André Dumont, dans son mémoire de 1832, avait reconnu que le bassin houiller de Seraing bute, au Sud, contre une faille, mais remarquant que, vers l'Ouest, la structure du bassin redevient régulière, il considérait cette faille comme locale.

Dans le département du Nord, on avait constaté, depuis longtemps, que le terrain houiller est bordé au Sud par le grès rouge ancien et Elie de Beaumont, dans l'*Explication de la Carte géologique de la France* [1], tendait à expliquer par une faille cette anomalie qu'il savait exister aussi au sud des bassin de Mons et de Charleroi. A la lisière méridionale du Borinage, plusieurs puits

(1) T. I, pp. 767-775.

du charbonnage de Belle-Vue et le puits de Longterne-Ferrand avaient atteint le terrain houiller exploitable après avoir traversé des couches de grès rouge (1).

Delanoue, en 1852 (2), admit l'hypothèse de la faille ; il en fut de même de Godwin-Austen en 1856 (3), de M. Gosselet en 1860 (4).

En 1862, Dormoy (5) émit le premier l'idée que la faille de Valenciennes est légèrement inclinée au Midi, de sorte que le terrain houiller s'enfonce sous les terrains plus anciens. En 1860, M. Gosselet donnait encore à la faille une position parfaitement verticale (6).

Le 3 mai 1863, F.-L. Cornet fit, en son nom et en celui de Briart, à la Société des anciens élèves de l'Ecole des mines du Hainaut, une *Communication relative à la grande faille qui limite au Sud le terrain houiller belge.*

Les premiers volumes des publications de cette Société étant très peu répandus et le travail de début des deux collaborateurs étant pour ainsi dire inconnu de la plupart des géologues belges, j'ai cru bon de le reproduire *in extenso* dans la *Notice biographique* que j'ai consacrée à Alphonse Briart (7). Je n'en citerai ici que la partie essentielle, renfermant l'énoncé de la théorie invoquée par F.-L. Cornet et son ami.

Après avoir exposé les faits constatés à cette époque, dans la région du bassin du Centre, par les travaux d'exploitation et par l'observation superficielle, après avoir, notamment, montré que, près de Binche, on voit le Calcaire carbonifère en bancs renversés et inclinés de 50 à 60 degrés au Sud, plonger sous le quartzoschisteux eifélien, lequel ne pend que de 10° dans le même sens, ils concluent ainsi :

« La présence du grès rouge reposant en stratification discor-

(1) Aujourd'hui, les travaux du puits de Longterne-Ferrand s'étendent à plus de 350 mètres au sud de l'affleurement de la Grande faille, inclinée ici de 18° au Sud.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. IX, p. 405.

(3) *Quarterl. Journ. Geol. Soc. of London,* vol. XII, p. 60.

(4) Sur les terrains primaires de la Belgique, etc., p. 5.

(5) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 27.

(6) *Op. cit.,* pl. II, fig. 5.

(7) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XII, *Mém.,* pp. 268-269, 1898.

» dante sur le calcaire carbonifère renversé ne peut être expli-
» quée, pensons-nous, que de la manière suivante :

» Le premier effet du mouvement de rapprochement de l'Ardenne » a été la *formation, au Sud du bassin, d'une voûte dont la partie* » *septentrionale s'est renversée sur le terrain houiller qui, aussi* » *probablement, s'est plié et renversé sur lui-même. La puissance* » *de compression continuant à agir, il s'est produit une rupture* » *vers la clef de la voûte, et la partie méridionale de celle-ci a été* » *poussée vers le Nord en glissant sur le plan de rupture.* »

Ils ajoutent qu'il découle de là que la limite méridionale du terrain houiller se trouve au sud de l'affleurement de la faille. Ce fait, je l'ai dit plus haut, était déjà connu par les travaux de Belle-Vue et de Longterne-Ferrand, mais Cornet et Briart n'étendent pas leurs considérations à l'ouest du méridien d'Harmignies, c'est-à-dire dans le bassin du Couchant de Mons qu'ils ne connaissaient guère à cette époque. Ils ne parlent, comme on le voit, que d'après leurs propres observations.

On sait que Cornet et Briart modifièrent par la suite considérablement leur manière de voir [1] et que la théorie exposée plus tard par Briart, à propos des dislocations de Landelies, apporta une troisième manière d'interpréter les faits.

Aussi, je le répète, mon intention n'était que de fixer un point d'histoire et non pas de plaider en faveur de la théorie du pli-faille, appliquée à la grande faille du Midi. La notion des plis-failles, des chevauchements, avec celle des nappes de charriage, qui en dérive, a fait son chemin depuis 1862. Grâce aux travaux d'une pléiade de géologues français et suisses, parmi lesquels il suffira de citer les noms de MM. Marcel Bertrand, Termier, Kilian, Schardt et Lugeon, elle a, dans ces dernières années, complètement modifié nos idées sur la genèse des chaînes plissées. Il n'était pas inutile de rappeler qu'elle a été énoncée en Belgique dès 1863.

M. **H. Buttgenbach** résume un travail important sur *La géologie et les gisements miniers du Katanga*, pour l'examen duquel l'assemblée désigne MM. J. Cornet, M. Lohest et H. Forir.

(1) Sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IV, 1877.

Enfin, M. **H. Buttgenbach** fait une analyse très intéressante de l'ouvrage de M. P. Groth, traduit par MM. Jourowsky et Pearce : *Tableau systématique des minéraux*. L'insertion de cette analyse dans la *Bibliographie* est ordonnée et des remerciements sont votés à l'auteur.

La séance est levée à 12 1/2 heures.

Séance ordinaire du 21 mai 1905.

M. J. Smeysters, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 15 avril 1905 est approuvé, moyennant une suppression à la page B 91.

Le secrétaire général, empêché, fait excuser son absence. Il est remplacé par le secrétaire-bibliothécaire.

Correspondance. — La Société géologique a reçu le programme du 2e Congrès international du pétrole, qui se tiendra à Liége du 26 juin au 1er juillet 1905.

L'assemblée désigne M. A. Habets pour représenter la Société à ce Congrès.

La Société a reçu également le programme du Congrès de chimie et de pharmacie qui aura lieu à Liége du 27 au 30 juillet 1905.

L'assemblée désigne MM. Gilkinet et Jorissen pour représenter la Société à ce Congrès.

La Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut a fait parvenir le programme de ses concours pour 1905. Les deux questions suivantes se rapportent à la géologie :

1° On demande une étude, basée sur des analyses nouvelles effectuées d'après une méthode uniforme, sur les relations existant entre la composition des houilles du bassin du Hainaut et leur mode de gisement. On recherchera, en particulier, les variations que subit cette composition dans le sens de la succession stratigraphique, dans le sens de la direction, et dans celui de l'inclinaison, ainsi que suivant la profondeur et suivant la position des couches en plateure ou en dressant.

2° On demande une étude sur la faille du Centre et les failles connexes dans le Couchant de Mons et la partie occidentale du bassin du Centre.

En outre la Société récompensera le meilleur travail inédit qui lui sera présenté, se rattachant à un certain nombre de catégories de sciences, parmi lesquelles figurent la minéralogie et la géologie.

Pour plus de renseignements, s'adresser à M. Williquet, greffier provincial, secrétaire général de la Société, 22, avenue d'Havré, à Mons.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis l'avant-dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

R. d'Andrimont. — Notes sur les conditions hydrologiques de la Campine. *Rev. univ. des mines*, 4e sér., t. IX. Liége, 1905.

G. Friedel. — Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire. *Bull. Soc. franç. de minéralogie.* Paris, 1905.

Ernst Kittl (G. Dewalque). — Mittheilungen der Section für Naturkunde des œsterreichischen Tomisten Club, I. Jahrgang. Vienne, 1889.

M. Leriche. — Le *Pteraspis* de Lievin (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du Nord de la France. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Note préliminaire sur une faune d'ostracodermes récemment découverte à Pernes (Pas-de-Calais). *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— L'Eocène des environs de Trelon (Nord). *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur les relations des mers des bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur un pholade (*Martesia Heberti*, Deshayes) du tuffeau landénien (Thanétien) du nord de la France. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Le Lutétien de l'Avesnois. — Sur un fossile nouveau (*Tortisipho Huftieri*) du Lutétien de l'Avesnois. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Observations sur la géologie de l'île de Wight. *Ibid.*, t. XXXIV. Lille, 1905.

— Sur l'âge des sables à Unios et Térédines des environs d'Epernay et sur la signification du terme sparnacien. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t. IV. Paris, 1904.

19 JUIN 1905.

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XXXII. — 4e ET DERNIÈRE LIVRAISON.

Bulletin, feuilles 7 à 12.

Mémoires, feuilles 17 à 23.

Bibliographie et tables, feuilles 3 et 4.

Planches XI à XVI.

(La 5e et dernière livraison du tome XXVIII et les 3e et 4e livraisons du tome XXX paraitront ultérieurement.)

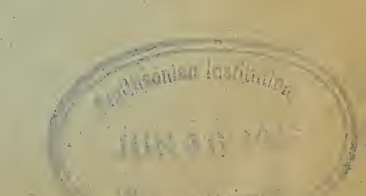
19 AVRIL 1906.

LIÉGE

Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)

8, rue Saint-Adalbert, 8

1906



Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit :

G. DEWALQUE. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs.	3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs.	10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs.	3.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs.	5.00
G. DEWALQUE. Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines		frs.	2.00
Annales, tomes I à III, V, IX, X, XVII,	chacun	frs.	2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs.	3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs.	5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs.	7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXV, XXVIII, XXIX, XXXI et XXXII,	chacun	frs.	15.00
tomes IV, XXIII, XXVI et XXVII,	chacun	frs.	20.00
Mémoires in-4°, tome I, 1re et 2e livraisons,	chaçune	frs.	15.00
tome II, 1re livraison,		frs.	6.00

Le tome VI est épuisé, les tomes IV et XXVII ne sont plus vendus séparément.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, on peut se procurer les livraisons isolées suivantes, au prix de fr. 0.30 chacune, sans remise :

t. II, sans les planches ; t. IV, sans les planches ; t. XIII, 1re l., sans les planches ; t. XIII, 2e l. ; t. XIV, 1re l. ; t. XV, 1re et 3e l. ; t. XVI, 2e l. ; t. XVIII, 2e et 3e l. ; t XIX, 4e l. ; t. XX, 3e et 4e l. ; t. XXIII, 1re l. ; t. XXIV, 3e l. ; t. XXV, 2e l. ; t. XXVII, 4e l. ; t. XXIX, 3e et 4e l. ; t. XXXI, 4e l.

Prix des tirés à part.

Les auteurs ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires de leurs communications, sans titre spécial.

Le prix des tirés à part est établi comme suit, pour un tirage de soixante-quinze exemplaires *supplémentaires* et moins (papier des *Annales*, à moins d'arrangements contraires). Le prix des exemplaires *supplémentaires* dépassant soixante-quinze sera calculé par quart de cent, d'après les chiffres de la dernière colonne, établis pour *cent* exemplaires.

Y compris le remaniement du titre et la couverture.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	
1/2 feuille et moins	frs.	0.75	1.40	2.00	3.55
Plus de 1/2 jusque 1 feuille	»	1.10	2.05	2.90	5.05
Par feuille en plus.	»	0.85	1.55	2.15	3.75
Pour la dernière 1/2 feuille, si le tiré à part comprend un nombre impair de demi-feuilles	»	0.45	0.80	1.10	2.00
Pour brochage de chaque planche.					0.25
Titre spécial, composition et tirage . .	»	1.00	1.00	1.00	1.00

Les planches se paient en sus, au prix coûtant.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au secrétaire général, qui opèrera le recouvrement du prix des exemplaires supplémentaires, par quittance postale, dans la huitaine de l'envoi de ceux-ci et après préavis.

M. Leriche. — Les poissons du Paléocène belge. *C. R. des séances de l'Académie des sciences.* Paris, 1903.

— Sur l'existence d'une communication directe entre les bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *Ibid.* Paris, 1903.

Ch. Mayer (G. Dewalque). — Classification méthodique des terrains de sédiment. Zurich, 1874.

M. Mourlon. — A propos du gisement de mammouth de Meerdegat (Alken) près de Hasselt. *Bull. Acad. roy. de Belgique. Classe des sciences*, n° 11. Bruxelles, 1904.

— Compte rendu de l'excursion géologique aux environs de Bruxelles, à Ketelberg, Etterbeek, Watermael, Boitsfort, Stockée et Tervueren, le dimanche 12 juin 1904. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIX, *Mém.* Bruxelles, 1905.

Communications. — M. **J. Cornet** donne communication d'un mémoire *Sur les facies de la Craie phosphatée de Ciply*, dont l'assemblée ordonne l'insertion dans les *Mémoires*, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. M. Lohest, J. Smeysters et M. Mourlon.

Un échange de vues entre MM. **M Lohest** et **J. Cornet** suit cette communication.

M. **P. Destinez** a fait parvenir la note suivante ;

Faune du marbre noir (*V1a*) de Petit-Modave,

PAR

P. DESTINEZ.

Dans le courant du mois d'août de l'année dernière, j'ai eu l'occasion, à deux reprises différentes, de faire des recherches de fossiles dans le calcaire noir (*V1a*) de Petit-Modave ; ces recherches ont été assez fructueuses car, outre un bon nombre d'espèces déjà recueillies, trente nouvelles ne figurent pas dans mes listes antérieures sur ce gisement (1).

Comme on le sait, ce calcaire noir de Petit-Modave (2) est dis-

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXII, p. CXIII et t. XXVI, p. XXXV.

(2) E. DUPONT. — Texte explicatif de la feuille de Modave. Calcaire carbonifère. Bruxelles, 1884.

posé en voûte ondulée très surbaissée, et cette disposition est d'autant plus apparente maintenant, que le rocher a été entamé, ces derniers temps, dans les bancs les mieux conservés, pour l'extraction de matériaux de construction.

La plupart de ceux-ci sont passés du noir au gris blanchâtre, par altération ; dans leurs interstices, sont intercalés de nombreux *cherts* noirs, dont le zonage leur est parallèle, et qui font mieux encore ressortir l'allure des plis ondulés de cet anticlinal.

Un peu à l'ouest de l'axe de cette voûte, on remarque une assez grande poche de dissolution à travers bancs, atteignant, par place, plus d'un mètre de largeur, et dans laquelle le calcaire est complètement décomposé et transformé en argile siliceuse, d'un blanc sale, se redurcissant à l'air; c'est dans cette argile que j'ai récolté le plus grand nombre de fossiles.

Les parois de cette poche, où la roche, quoique moins altérée que dans sa partie centrale, l'est encore assez cependant, pour permettre d'en détacher assez facilement des blocs, m'ont fourni quelques belles espèces ; mais le terrain n'étant plus assez stable, j'ai dû y abandonner mes recherches.

Je dois ici des remercîments à MM. Chantraine, père et fils, de cette localité, pour l'aide désintéressée qu'il m'ont prêtée dans le cours de ce travail.

Dans les deux notes susmentionnées, je renseigne, de ce gisement, septante espèces; aujourd'hui, le nombre s'augmentant des trente nouvelles ci-dessous, sera de cent.

En voici la liste :

Phillipsia cf. cælata, Mac Coy,
Cyrtoceras Gesneri, Martin,
Nautilus sulcatus, Sowerby,
Bellerophon sp.,
Naticopsis globosa, Hœninghaus,
Phanerotinus vermicularis, De Koninck,
Rhaphistoma junior, De Koninck,
Aviculopecten cf. obliquatus, De Koninck,
— *perradiatus*, De Koninck,
Conocardium Konincki, Baily,
— *minax*, Phillips,
Cypricardella parallela, Phillips,
— *orbitosa*, de Ryckholt,

Entolium Sowerbyi, Mac Coy,
Sanguinolites visetensis, de Ryckholt,
Panenka ? sp. nov.,
Athyris ambigua, Sowerby,
Chonetes polita, Mac Coy,
— *tuberculata*, Mac Coy,
Discina nitida, Phillips,
Productus aculeatus, Martin,
Spirifer lineatus, Martin,
— *papilionaceus*, De Koninck,
— *trigonalis*, Martin,
— *ventricosus* De Koninck,
Spiriferina aff. octoplicata, Sowerby,
Fenestella frutex, Mac Coy,
— *Morissii*, Mac Coy,
— *multiporata*, Mac Coy,
Glauconome grandis, Mac Coy.

M. **M. Mourlon** fait une communication *Sur le Bruxellien des environs de Bruxelles*, dont l'insertion dans les *Mémoires* est ordonnée par l'assemblée, sur les rapports verbaux de MM. M. Lohest, J. Smeysters et H. De Greeff.

M. **M. Lohest** pense qu'il y a confusion dans l'esprit de M. Mourlon au sujet des discussions qui ont eu lieu entre géologues à propos des subdivisions des terrains tertiaires. Il y a un très grand intérêt à établir des subdivisions nombreuses *dans une région déterminée*; mais il ne faut pas vouloir les généraliser au monde entier; c'est sur ce dernier point qu'ont porté les objections qu'on a faites aux classifications établies en Belgique.

M. **M. Mourlon** répond qu'il n'est jamais entré dans la pensée des géologues belges qui ont étudié le Tertiaire de vouloir étendre leurs subdivisions en dehors de la Belgique.

M. **A. Renier** fait une communication préliminaire sur des *Observations paléontologiques sur le mode de formation du terrain houiller belge*. L'assemblée décide l'impression de ce travail dans les *Mémoires*, sur les rapports verbaux de MM. J. Smeysters, M. Lohest et J. Cornet.

La séance est levée à 12 1/2 heures.

Séance ordinaire du 18 juin 1905.

M. MAX. LOHEST, *vice-président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 21 mai 1905 est approuvé, moyennant une modification à la page B 99.

Le secrétaire général, empêché, fait excuser son absence. Il est remplacé par le secrétaire-bibliothécaire.

MM. J. Smeysters et H. De Greeff font excuser leur absence.

M. le président annonce deux présentations de membres effectifs.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages offerts depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

P. Fliche et *R. Zeiller.* — Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer. *Bull. Soc. géol. de France,* 4e série, t. IV. Paris, 1904.

M. Grand'Eury. — Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti,* Schlot. *C. R. Acad. des Sciences,* t. CXL. Paris, 1905.

— Sur les *Rhabdocarpus,* les graines et l'évolution des cordaitées. *Ibid.,* t. CXL. Paris, 1905.

Dr H. G. Jonker. — Bydragen tot de kennis der sedimentaire zwerfsteenen in Nederland. Eerste mededeeling : Zwerfsteenen van den ouderdom der oostbaltische zone G. *Verslag van de gewone vergadering der wis- en natuurkundige.* Afdeeling van 28 januari 1905.

— Bydragen tot de kennis der sedimentaire zwerfsteenen in Nederland. Tweede mededeeling : Zwerfsteenen van den ouderdom der oostbaltische zonen H en I. *Ibid.,* 22 april 1905.

R. Zeiller. — Sur les plantes houillères des sondages d'Eply Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe et Moselle). *C. R. Acad. des Sciences*, t. CXL. Paris, 1905.

— Sur quelques empreintes végétales de la formation charbonneuse supracrétacée des Balkans. *Ann. des mines*. Paris, 1905.

Communications. — M. le professeur **G. Dewalque** a fait parvenir la note suivante :

L'origine du fer météorique de la hacienda de Moenvalle,

PAR

G. DEWALQUE.

Quand nous avons inscrit le fer de la hacienda de Moenvalle dans notre *Catalogue des météorites conservées dans nos collections*, nous ne nous dissimulions pas que cette indication de localité était bien insuffisante. Ce nom, *hacienda*, indiquait l'Amérique espagnole. Comme le Mexique a été longuement exploré par Galeotti, qui en a rapporté beaucoup de choses, nous avons pensé que c'était là qu'il fallait d'abord porter nos recherches. Nous avons donc écrit à M. José Aguilera, directeur de l'Institut géologique de Mexico, pour lui demander s'il connaissait cette localité, d'où provenait un fer contenant de la troïlite, de la daubréelite et du graphite. Notre éminent confrère a bien voulu nous répondre :

« On ne connait pas au Mexique la localité *Hacienda de Moenvalle*. Mais la circonstance que ce fer contient de la daubréelite, » qui, jusqu'à présent, n'a été trouvée que dans nos fers de Xiquipilco et de Coahulla, pourrait faire soupçonner que votre exemplaire n° 12 provient du *Rancho de San Carlos Miravalle*, municipalité de Metepec, district de Toluca, état de Mexico, à quelques » 40 kilomètres au SSE. de Xiquipilco, centre de la région de la pluie » de météorites connues sous les noms de Toluca, de Xiquipilco ou » d'Ixtlahuaca, car dans toutes ces localités on les a trouvées en » vente, apportées par les muletiers, qui les employaient à fabriquer » des couteaux, des fers à cheval, etc. ».

Nous réitérons à l'éminent directeur tous nos remerciements.

M. **M. Lohest** présente à l'assemblée un échantillon de brèche d'âge probablement carbonifère et provenant de l'Asie Mineure. Cette brèche a une très grande ressemblance avec la brèche de Waulsort.

Session extraordinaire.— MM. **M. Lohest** et **H. Forir** s'offrent s'il n'y a pas d'autre proposition, à organiser une excursion dans le Cambrien des environs de Vielsalm, où ils ont pu faire des observations nouvelles, grâce aux travaux exécutés pour l'établissement du chemin de fer vicinal et dans la vallée de la Lienne, où le Cambrien est moins métamorphique.

M. **V. Brien** demande s'il ne serait pas possible de faire, cette année, la session extraordinaire dans les terrains secondaires du Grand-Duché de Luxembourg.

Le bureau propose d'organiser une visite à l'Exposition le jour de la prochaine séance de la Société, si les membres qui y assisteront le désirent. Cette proposition est adoptée par les membres présents.

Séance ordinaire du 16 juillet 1905.

M. J. Smeysters, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 18 juin 1905 est approuvé.

M. le président proclame membres effectifs de la Société MM

Fallon (François), ingénieur, aux Grands-Malades, à Namur, présenté par MM. H. De Greeff et F. Kaisin.

Firket (Victor), ingénieur principal au Corps des mines, 33, rue Charles Morren, à Liége, présenté par MM. M. Lohest et H. Forir.

Il a le regret de faire part à la Société du décès d'un de ses membres correspondants, W.-F. Blanford et de deux de ses membres effectifs, F. De Gandt et L. Lambot ; il fait l'éloge de ces confrères, dont le dernier fait partie de la Société depuis l'année de sa fondation (*Condoléances*).

M. le président présente les félicitations les plus chaleureuses de la Société à M. J. Libert, son sympathique trésorier, à l'occasion de sa promotion récente en qualité d'Inspecteur général des mines. Il est certain que cette promotion, bien accueillie dans le monde industriel, sera heureuse pour le Corps des mines, étant données les éminentes qualités que l'on est unanime à reconnaître à notre cher confrère (*Acclamations*).

M. J. Libert adresse à M. le président et à la Société ses remerciements les plus cordiaux.

Correspondance. — MM. J. Fraipont, A. Habets, P. Questienne et G. Velge, empêchés d'assister à la séance, prient d'excuser leur absence.

M. le Gouverneur de la Province fait connaître que le Conseil provincial vient de décider, sauf ratification du Gouvernement, de continuer à la Société, sur le budget de 1906, le subside de mille francs qu'elle reçoit depuis plusieurs années (*Remerciements*).

L'annonce du mandat de mille francs du subside provincial de 1905 vient de parvenir au secrétaire général.

Le Comité d'organisation de la Xe session du Congrès géologique international, qui aura lieu en 1906 à Mexico, a fait parvenir une première circulaire dont il est intéressant de faire connaître les extraits suivants :

Mexico, le 26 mai 1905.

Sur la demande du Gouvernement mexicain, de l'Institut géologique du Mexique et des géologues mexicains, le Congrès géologique international, dans sa IXe session réunie à Vienne, a décidé, dans la séance du 28 août 1903, de tenir à Mexico sa X^{e} session.

Le Ministère de « Fomento, Colonización é Industria » a bien voulu constituer un COMITÉ D'ORGANISATION chargé de faire les démarches nécessaires afin de préparer la réunion du Congrès à Mexico.

PATRONAGE. — Son Excellence le Président de la République mexicaine, général de division, DON PORFIRIO DIAZ, a bien voulu accorder au Xme Congrès géologique international son haut patronage et a exprimé son plus vif désir de donner aux membres du Congrès son appui personnel en leur accordant toutes les facilités nécessaires pour leurs voyages et travaux scientifiques.

SESSION. — L'ouverture du Congrès aura lieu à Mexico vers le 6 septembre 1906 et la séance de clôture se tiendra huit jours après. De plus amples renseignements se donneront dans une prochaine circulaire.

EXCURSIONS. — Dans le but de faire connaître aux membres du Congrès les traits généraux des formations géologiques dominantes au Mexique, le Comité exécutif a commencé à organiser deux grandes excursions générales qui auront lieu l'une avant et l'autre après la session. De petites excursions aux environs de la ville de Mexico seront faites pendant la session du Congrès. Un livret-guide écrit par les géologues qui ont étudié les régions à visiter est en préparation. Des renseignements détaillés sur les itinéraires, frais d'excursion, etc., etc., seront fournis prochainement par une seconde circulaire.

Pour donner à la Xme session du Congrès géologique international le plus grand intérêt possible, le Comité exécutif s'est mis en rapport avec les géologues les plus distingués en leur demandant leur concours et leur proposant de bien vouloir collaborer par l'étude de questions d'intérêt général pour la science géologique.

Le but que poursuit le Comité exécutif de la Xme session est d'intéresser par son programme scientifique, tous les géologues, tant par la portée des questions scientifiques mises en discussion, que par la lecture des travaux dont nous venons de parler.

Au nom du Comité d'organisation.

EZEQUIEL ORDONEZ, secrétaire général. JOSÉ-G. AGUILERA, président.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

P. Fourmarier. — Le bord méridional du bassin houiller de Liége. Excursion de Dison à Verviers, Pepinster et Spa. *Congrès intern des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées. Section de géologie appliquée.* Liége, 1905.

Em. Harzé. — Cimentation des terrains aquifères fissurés ou meubles, en vue du fonçage des puits de mine. *Rev. univ. des mines*, 4e sér., t. X, 1905.

— Le bassin houiller du nord de la Belgique en 1905. Historique, situation, nouvelles reconnaissances en vue à entreprendre par l'Etat. Bruxelles, 1905.

Communications. — M. **A. Gilkinet** annonce le prochain envoi d'un mémoire sur la *Flore du Dévonien supérieur*. MM. J. Fraipont, M. Mourlon et H. Forir sont désignés comme rapporteurs pour ce travail et le secrétaire général est autorisé à le faire imprimer dans les *Mémoires in 4°*, si les rapports des trois commissaires concluent dans ce sens.

M. **M. Mourlon** met sous les yeux de ses collègues la nouvelle petite Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 1 000 000e que vient d'exécuter l'Institut cartographique militaire d'après la Carte à l'échelle du 40 000e dressée par ordre du Gouvernement.

Cette carte accompagne les renseignements fournis par le Directeur du Service géologique pour la publication de l'exposé de la situation du Royaume pendant la période de 1876 à 1900.

Une conversation s'engage entre divers membres, sur le magnifique spécimen de Carte géologique au 160 000e que le Service géologique a fait figurer à l'Exposition et sur l'épuisement d'un certain nombre de feuilles au 40 000e de la Carte géologique de Belgique dressée par ordre du Gouvernement.

Après discussion, la Société émet, à l'unanimité, le vœu de voir le Gouvernement ordonner l'impression et la mise en vente de la Carte géologique au 160 000e.

Tout en reconnaissant qu'il serait hautement désirable de voir la Carte géologique au 40 000e tenir compte, à mesure de l'épuisement des feuilles, des découvertes faites depuis la publication de leur première édition, la Société, étant données les nombreuses réclamations qui se produisent, émet également le vœu de voir réimprimer, sans délai, les feuilles de la Carte géologique au 40 000e qui ne sont plus dans le commerce et qui sont demandées, avec instance, par de nombreux industriels auxquels ces feuilles sont indispensables. Cette deuxième édition sera, du reste, très vite épuisée, les élèves de géologie des Universités belges acquérant ces feuilles pour les excursions obligatoires de ce cours. Elle charge le bureau de transmettre ces vœux à M. le Ministre de l'Industrie et du Travail.

M. **G. Velge** a fait parvenir une note sur *Les affleurements du terrain tertiaire dans le Limbourg*, dont l'insertion dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. M. Lohest, H. Forir et H. De Greeff.

M. **M. Mourlon** fait remarquer que tous les points visés dans la note dont il vient d'être donné lecture, ont été depuis longtemps élucidés, comme on peut s'en convaincre, notamment, par la lecture de sa communication à la séance du 18 février 1902 de la Société belge de géologie et intitulée : *Sur les résultats scientifiques qu'il y a lieu d'espérer des sondages effectués en Campine pour la recherche de gisements houillers.*

Il suffit, du reste, de jeter un coup d'œil sur les Cartes géologiques de la Belgique dressées par ordre du Gouvernement, qui figurent au compartiment du Service géologique à l'Exposition de Liége, pour se convaincre qu'on n'a point attendu les critiques, tout au moins inopportunes, de l'auteur de la note en question,

pour mettre au point l'interprétation des travaux de levés de la Campine, en en exceptant, bien entendu, les sables de Moll non encore délimités sur les cartes et dont un changement d'interprétation dans la légende des dites cartes exigerait encore de nouvelles observations.

Session extraordinaire. — M. le président expose que plusieurs membres ont manifesté le désir de voir remettre à l'année 1906 l'excursion dans le Grand-Duché de Luxembourg au sujet de laquelle des démarches ont déjà été faites; l'Exposition universelle de Liége et les nombreuses excursions qui ont eu lieu à l'occasion du Congrès de géologie appliquée font craindre que, pour une excursion aussi importante que celle proposée dans ce pays, on ne trouve pas suffisamment d'adhérents cette année.

Le Conseil, tenant compte de ce désir, propose à l'assemblée d'accepter la proposition faite à la dernière séance par MM. M. Lohest et H. Forir, de diriger une excursion de deux jours dans le massif cambrien de Stavelot.

La première journée serait consacrée à l'étude de la vallée de la Salm, de Stavelot, où serait le siège de la Session extraordinaire, à Salm-Château.

La deuxième journée, on visiterait la vallée de la Lienne, où le Cambrien est beaucoup moins métamorphique.

Enfin, le Conseil propose comme date de la Session, les 9, 10 et 11 septembre.

Ces propositions sont acceptées à l'unanimité.

Le secrétaire général est chargé d'adresser, en temps opportun, une circulaire aux membres.

Commission de comptabilité. — MM. H. Barlet, R. d'Andrimont, A. Halleux, D. Marcotty et Ch. Plumier sont désignés pour constituer la Commission de comptabilité, que le trésorier convoquera en temps opportun.

La séance est levée à midi et demie.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

Société géologique de Belgique,

tenue à Stavelot, du 9 au 11 septembre 1905,

PAR

M. LOHEST ET H. FORIR

Séance du samedi 9 septembre 1905.

La séance est ouverte à 22 heures, dans une salle de l'hôtel d'Orange, à Stavelot, sous la présidence de M. **J. Smeysters**, président de la Société.

M. **H. Forir**, secrétaire-général, remplit les fonctions de secrétaire.

Les membres dont les noms suivent ont pris part aux excursions et aux séances de la Session extraordinaire :

MM. H. Barlet,
V. Brien,
L. de Dorlodot,
A. Euchêne,
H. Forir,
P. Fourmarier,
F. Kaisin,
G. Lespineux,
J. Libert,

MM. M. Lohest,
C. Malaise,
M. Mourlon,
Pa. Questienne,
Ph. Questienne,
G. Simoens,
J. Smeysters,
G. Uhlenbroek.

Les personnes suivantes ont eu la gracieuseté de se joindre à nous pendant la session :

MM. Dondelinger, ingénieur des mines, à Luxembourg,
Charles Frérichs, ingénieur, à Châtelet,
Tepfield Green, à Londres,
Grégoire, chef des travaux chimiques à l'Institut agronomique de Gembloux,
Jules Libert, fils, étudiant, à Liége.

M. le président annonce deux présentations de membres effectifs.

Il est procédé à la constitution du bureau. Sont élus, aux acclamations de l'assemblée :

Président : M. J. Smeysters,
Vice-présidents : MM. Dondelinger et T. Green,
Secrétaires : MM. M. Lohest et H. Forir.

Ces messieurs remercient successivement la Société de l'honneur qui leur est fait.

M. L. Mercier s'excuse de ne pouvoir prendre part à la Session extraordinaire.

Il est donné lecture de la lettre suivante de M. **G. Dewalque** :

« Hors d'état d'assister à une excursion, je crois utile de » communiquer à la Société, avant qu'elle se mette en route, » mes idées sur un point de son itinéraire. Il s'agit de la bande » revinienne qui passe au sud du massif devillien de Grand- » Halleux et dont l'étroitesse a été remarquée. Pour moi, il y » a là une grande faille qui a supprimé, avec le sommet du » Devillien, la plus grande partie du Revinien, ne laissant » paraître, si mes souvenirs sont exacts, que l'étage supérieur, » les phyllades noirs, étage que je proposerais d'appeler *phyl-* » *lades de La Gleize*. MM. Lohest et Forir les ont nommés » *phyllades de Beaufays*, mais ce nom me paraît devoir être » abandonné à cause de la pluralité des lieux de ce nom et » de l'insignifiance du très petit hameau pris pour type.

» Je n'ai pas figuré cette faille sur mon *Essai de carte tecto-* » *nique*, parce que j'étais trop embarrassé de la prolonger à » l'Est et à l'Ouest.

» G. Dewalque. »

M. le président exprime, au nom de l'assemblée, le regret de ce que la santé de M. Dewalque ne lui permette pas de prendre part aux excursions ; il le remercie des renseignements très intéressants qu'il a bien voulu faire parvenir (*Applaudissements*).

M. **H. Forir** fait remarquer, tant en son nom qu'en celui de M. **M. Lohest**, que l'existence de la faille signalée par M. G.

Dewalque entre le Devillien et le Revinien au S. du massif devillien de Grand-Halleux leur paraît très vraisemblable ; cependant, il n'est pas douteux, ainsi qu'on pourra le voir dans l'excursion du lendemain, qu'une grande partie des quartzites et phyllades noirs du Revinien moyen existe au S. de cette faille, ainsi que M. G. Dewalque le leur a fait savoir, du reste, en 1898 et qu'ils l'ont publié, en son nom, dans leur travail de cette époque [1].

Quant à la désignation de phyllade noir *de Beaufays*, ils n'y tiennent nullement ; ils ont déjà fait connaître, en 1898, « qu'ils « sont adversaires des désignations locales; ils n'ont adopté « ce nom de lieu que pour fixer les idées et simplifier le « langage *dans leur travail* » et parce que la localité en question est celle où ces phyllades noirs sont le plus développés et le mieux caractérisés *dans la région étudiée par eux*.

La parole est donnée successivement à MM. **M. Lohest** et **H. Forir** pour exposer l'objectif de la première et de la seconde journée d'excursions; le programme suivant est adopté à l'unanimité, sur la proposition de M. le président.

Dimanche 10 septembre. Départ en voitures à 7 ½ heures. Coupe de la vallée de la Salm, de Stavelot à Salm-Château. *Etages devillien inférieur et supérieur, revinien et salmien inférieur et supérieur, ce dernier très métamorphique. Leur composition; détermination de leur ordre de superposition. Contact du Gedinnien.*

Dîner à l'hôtel Bourgeois, à Vielsalm, vers midi. Retour à Stavelot, où le souper aura lieu vers 7 heures et où on logera.

Lundi 11 septembre. Départ en voitures pour Stoumont à 7 ½ heures. Coupe de la vallée de la Lienne jusque Bierleux. Retour en voitures jusque la station de Stoumont, où l'on pourra reprendre le train de 17 h 56, arrivant à Liége (Guillemins) à 19 h 25.

Etages revinien et salmien inférieur et supérieur, ce dernier moins métamorphique.

(1) *Mém. in 4° Soc. géol. de Belg.*, t. I (XXVbis), p. 118, note, 1900.

D'après MM. **Lohest et Forir,** le Salmien forme, non loin du confluent de la Lienne et de l'Amblève, un synclinal uniclinal, enveloppé de Revinien au Nord, à l'Est et au Sud, recouvert de Gedinnien à l'Ouest et inclinant au Midi dans toute son étendue. Dans ce synclinal, les roches du Salmien supérieur sont beaucoup moins métamorphiques que partout ailleurs ; c'est donc cette région que l'on devrait prendre comme point de départ pour une étude détaillée méthodique de cet étage. Dumont avait très exactement interprété l'âge de ces dépôts et il avait émis, en ce qui concerne le synchronisme des phyllades rouges de la basse Lienne, d'une part, des phyllades ottrélitifères et des phyllades rouges à coticule, d'autre part, une hypothèse analogue à celle qui lui faisait assimiler les phyllades aimantifères de Deville aux phyllades rouges de Fumay.

M. **L. de Dorlodot**, qui fait une étude détaillée du Cambrien de la Lienne, estime que les différences que l'on constate dans le Salmien supérieur, entre la région méridionale et la région septentrionale de la vallée, ne peuvent pas être attribuées à des différences dans l'état métamorphique des sédiments. Selon lui, les roches rouges se correspondraient de part et d'autre, mais il y aurait eu atténuation des phyllades ottrélitifères vers le Nord. Par quoi se décèle, en effet, le métamorphisme intense ? Par le développement de cristaux : ottrélite, magnétite, grenat, etc. Dans les roches rouges, on ne trouverait pas, selon lui, les éléments (sels ferreux) nécessaires à la formation d'ottrélite en quantité suffisante pour avoir donné du phyllade ottrélitifère ; en revanche, l'oligiste se trouve à peu près dans la même proportion au Nord et au Sud.

M. **C. Malaise** se demande si les roches ottrélitifères de la rive droite de la Salm ne seraient pas l'équivalent des roches rouges à coticule de la rive gauche de ce cours d'eau, mais à un état différent de métamorphisme. Dans ce cas, il ne serait pas nécessaire d'admettre l'existence d'une faille le long du cours d'eau.

M. **M. Lohest** répond à M. de Dorlodot que ce n'est que par une étude chimique et microscopique soigneuse que l'on peut savoir s'il y a une véritable différence de composition globale entre les phyllades ottrélitifères de Salm-Château et les phyllades rouges de la partie inférieure de la vallée de la Lienne. Selon lui, et jusqu'à

preuve du contraire, les différences que l'on constate entre les deux régions sont dues au métamorphisme plus intense au Midi, qui a produit la cristallisation de l'ottrélite, et non à des lacunes dans le Nord, pendant la sédimentation.

M. **H. Forir** fait remarquer qu'il existe une différence notable, non seulement entre les phyllades rouges de la Lienne septentrionale et les phyllades ottrélitifères de Salm-Château et de la Lienne méridionale, mais aussi entre les phyllades rouges eux-mêmes de ces deux régions. On pourra s'en rendre compte par la comparaison d'échantillons pris de part et d'autre. Dans le Nord, ces phyllades sont très tendres, se partagent en feuillets minces, *parallèles à la stratification* ; dans le Sud, au contraire, ils sont beaucoup plus durs, plus compacts, d'une teinte différente et ils se divisent plus difficilement *suivant les joints de clivage*, obliques à la stratification.

M. **P. Fourmarier** estime également que le métamorphisme peut, ce qui est très fréquent, avoir transformé, dans le Sud, les sels ferriques en sels ferreux, ce qui expliquerait la différence de coloration des roches de part et d'autre.

M. **J. Smeysters** constate que le métamorphisme est un phénomène encore mal défini et dont le mécanisme est insuffisamment connu.

M. **M. Lohest** répond que, personnellement, il est partisan du métamorphisme mécanique ; mais les géologues de certaines écoles ne l'admettent pas ; ils pensent que les transformations observées dans les roches sont dues à l'introduction d'éléments nouveaux par des émanations internes et d'autres causes analogues. Il répète que la seule façon de résoudre le problème, dans le cas qui nous occupe, est de faire des analyses globales des phyllades ottrélitifères du Sud et des roches rouges du Nord, pour voir si ces sédiments présentent des différences réelles de composition.

Il rappelle, comme exemple, que, dans nos formations modernes, il existe des dépôts de limonite provenant de la lévigation de sables glauconifères ; ces derniers ont été décolorés et transformés en sable blanc, par dissolution du fer qu'ils contenaient. Il en résulte que, en étendant ce fait d'observation, on peut supposer que

certains quartzites blancs sont équivalents et synchroniques de quartzites verts d'autres régions.

M. **H. de Dorlodot** estime que, dans toutes les roches du Salmien, on trouve les mêmes éléments, mais en proportions différentes, de sorte que c'est surtout des proportions qu'il faut tenir compte.

M. **H. Forir** partage cette manière de voir; il se demande si, dans ces conditions, les phyllades oligistifères à coticule de Salm-Château ne correspondraient pas aux phyllades rouges renfermant les couches de manganèse, contenant un peu de calcaire, de Bierleux, car les unes et les autres semblent avoir une teneur en fer plus forte qu'ailleurs.

M. **H. de Dorlodot** fait la communication suivante :

Note sur la géologie du sud du massif de Stavelot

PAR

L. DE DORLODOT

La région du massif cambrien de Stavelot que nous nous sommes proposé d'étudier en détail s'étend entre la Salm, d'une part, et le premier affleurement d'arkose gedinnienne que l'on peut observer à l'ouest de Lierneux, d'autre part. Cette arkose couronne la colline qui s'allonge du Nord au Sud, entre le ruisseau de la Heid et le ruisseau du Groumont.

On trouve, dans cette région, des affleurements de toutes les roches que l'on rapporte au Salmien, ainsi que d'autres, graphiteuses, contenant fréquemment des cubes de pyrite et que nous sommes tenté de considérer comme reviniennes.

Après l'étude de la région, il nous a paru commode de classer les roches en cinq termes qui sont les suivants dans l'ordre chronologique, en commençant par les plus récents.

1) Roches rouges, oligistifères, manganésifères, généralement subordonnées au coticule.

2) Phyllades ottrélitifères à petites lamelles d'ottrélite, analogues aux ardoises de Vielsalm, mais à clivage moins développé.

3) Phyllades violacés, simples.

4) Roches sans pigment, verdâtres ; le terme comprendra aussi bien les roches rapportées au Salmien supérieur qu'au Salmien inférieur, à savoir; phyllades aimantifères, dalles, quartzites verts, quartzophyllades zonaires, etc.; ceci, dans le but de simplifier le tracé des failles qu'il serait difficile de suivre dans ces roches. Les lambeaux que nous avons tracés sont ainsi limités aux roches rouges, bien que les failles soient, en réalité, situées plus au Nord. On conçoit, cependant, que l'interprétation que l'on pourra tirer de la carte tracée dans ces conditions, conservera toute sa valeur.

5) Roches graphiteuses, pyritifères.

On observe sur le terrain qu'une faille de direction sensiblement N.-S. passe dans la vallée du Groumont. A l'ouest de cette faille, vis-à-vis de Lierneux, quatre bandes se succèdent régulièrement et en direction concordante E.-W.

Ce sont, du N. au S., des roches rouges manganésifères, des roches ottrélitifères, des roches vertes, marquées par une dépression, et des roches noires. A l'est au contraire, il est possible, après les considérations indiquées ci-dessus, de délimiter au moins cinq lambeaux. Le plus important au Sud contient comme terme supérieur les phyllades ottrélitifères de la montagne Colanhan et il est remarquable par le grand développement du dernier terme de la série, les phyllades noirs. Ceux-ci s'étendent depuis le village d'Ottré jusqu'à Regné. Les deux bandes de phyllade rouge, contenant quelques veines de coticule qu'on observe au sud de Lierneux, limitent deux autres lambeaux qui renferment la série presque complète des roches dont les affleurements sont aisés à observer dans la vallée du Groumont. La géologie de cette région peut s'expliquer alors par le reploiement vers le Nord d'une bande uniclinale de Salmien, avec décrochements successifs; le résultat ayant été, en fin de compte, d'étager les fragments le long de la faille du Groumont. Le sens de la poussée qui a pu amener un tel résultat paraît avoir été est-ouest.

La séance est levée à 23 heures.

Excursion du dimanche 10 septembre 1905.

Partis en voiture de l'hôtel d'Orange, à Stavelot, à 7 $^1/_2$ heures, les excursionnistes remarquent, en passant, différents affleurements de poudingue, de schiste et de grès rouges, rapportés à une formation continentale, d'âge indéterminé, peut-être triasique, puis de phyllade et de quartzite noirs, reviniens; les voitures ne s'arrêtent qu'à la station de Trois-Ponts, dont la coupe est étudiée en détail.

La gare de Trois-Ponts, comprenant de nombreuses voies, a fortement entamé les rochers situés à l'Est, de sorte que l'on y voit une tranchée à pic de très grande hauteur, où les roches reviniennes, peu altérées, peuvent être examinées à loisir.

M. **M. Lohest** expose que le principal objectif de la visite de cette tranchée est de faire constater que le Revinien est extraordinairement plissé, chiffonné et faillé. Cette constatation a une très grande importance en ce qui concerne l'interprétation de la structure du massif de Stavelot. Si l'on regarde une carte géologique du pays, on voit immédiatement que la répartition des différents étages du Cambrien est fort inégale au nord et au sud des rochers de quartzite blanc de Hourt (Grand-Halleux).

Les quartzites et phyllades verts n'ont qu'une largeur de 200 mètres environ au sud de ces rochers, tandis qu'au nord, ils ont un développement superficiel de près de quatre kilomètres. Les quartzites et les phyllades noirs entourant les précédents forment une zone large de 280 mètres environ au Midi, alors que, entre le massif de quartzites et phyllades verts d'Aisomont et la bande de quartzophyllades zonaires de Ruy, on en observe à peu près 6 400 mètres.

Cette énorme inégalité de développement superficiel, tant des roches vertes que des noires, n'était pas sans présenter des difficultés d'interprétation.

A. Dumont estimait que leur ordre de superposition est le suivant :

Salmien	Phyllade ottrélitifère, et oligistifère, avec coticule; Quartzophyllade zonaire;
Revinien	Phyllade très noir ; Quartzite et phyllade noirs; Phyllade noirâtre, à crayons ;

Devillien { Phyllade et quartzite surtout verdâtres ;
Quartzite blanchâtre.

M. G. Dewalque, interprétant la pensée de son Maître, admet que ces couches forment un nombre très considérable de plis fort aigus et renversés, dont les flancs, sensiblement parallèles les uns aux autres, inclinent uniformément au Sud ; en outre, de nombreuses failles, dont la direction serait sensiblement la même que celle de ces plis, interviendraient dans toute l'étendue du massif.

MM. J. Gosselet et C. Malaise adoptent un ordre de superposition différent. Selon eux, l'étage devillien serait intercalé entre les quartzites et phyllades noirs et les phyllades très noirs du Revinien et la stratigraphie de l'ensemble serait beaucoup plus simple, beaucoup moins plissée que ne le supposeraient les auteurs précédents.

H. von Dechen supposait que les roches vertes, rouges et blanches du Devillien ne sont qu'un facies des roches noires du Revinien, localisé aux environs de Grand-Halleux, ce qui rendait inutile l'hypothèse de l'existence de nombreux plis dans le Cambrien.

M. J. Gosselet se rallia plus tard à cette manière de voir et arriva à la conclusion que, dans son ensemble, le massif cambrien de Stavelot est formé de deux vastes anticlinaux renversés, séparés par un synclinal, ce qu'il représente par la figure 1.

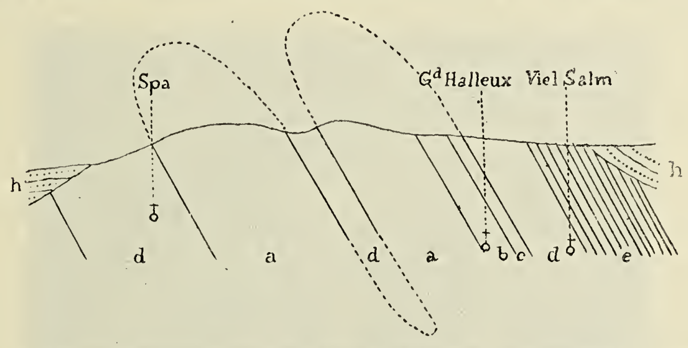


FIG. 1. — Coupe schématique du massif cambrien de Stavelot (J. Gosselet, *L'Ardenne*, p. 127, fig. 35).

a. Quartzite des Hautes Fagnes.
b. Roches blanches et vertes de Grand-Halleux.
c. Quartzite de Brücken.
d. Phyllades noirs de La Gleize et quartzophyllades de la Lienne.
e. Phyllades de Vielsalm.
h. Arkose du terrain dévonien.

Après avoir entendu ce rapide exposé, les excursionnistes parcourent la tranchée de la station du Nord au Sud. Toute cette tranchée a été creusée dans une alternance de bancs de quartzite noir et de couches de phyllade noir, caractérisant la partie moyenne de l'étage revinien de Dumont. On y observe de nombreuses failles dont l'une est visible à la droite de la figure 2 et une autre à la gauche de la figure 3. Ces failles, paraissant avoir la même direction que les couches, inclinent de 45° environ vers le Sud.

Dans leur ensemble, les joints de stratification inclinent uniformément vers le Midi, d'une cinquantaine de degrés, ce qui permettrait d'admettre que les couches se succèdent, d'une extrémité à l'autre du massif cambrien, dans leur ordre de superposition originel, si, en certains points de cette remarquable coupe, on ne les voyait former des plis dont les deux versants ont le même pendage uniclinal.

La figure 2 représente un pli synclinal de l'espèce, dans lequel une zone phylladeuse s'est fortement épaissie au crochon, tandis que ses flancs se sont amincis, surtout le septentrional. Le banc de quartzite surmontant cette zone s'est peu infléchi et est resté entier, alors que le banc de quartzite inférieur, qui a pris part au plissement du phyllade, n'a pu se ployer et s'étirer comme lui, mais s'est rompu en de nombreux points et les blocs ainsi produits ont été écartés les uns des autres par l'allongement de l'ensemble.

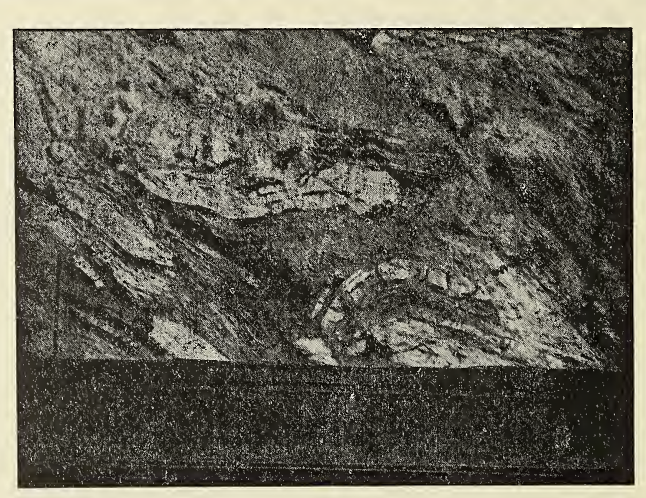


Fig. 2. — Photographie prise par M. H. Forir à l'extrémité septentrionale du réservoir à charbon de la station de Trois-Ponts.

La figure 3 montre le sommet presque horizontal, mais interrompu par un petit synclinal secondaire, d'un pli anticlinal, butant, au Nord, contre une faille. Le bassin secondaire montre e même phénomène d'étirement que celui de la figure 2, mais moins accentué.

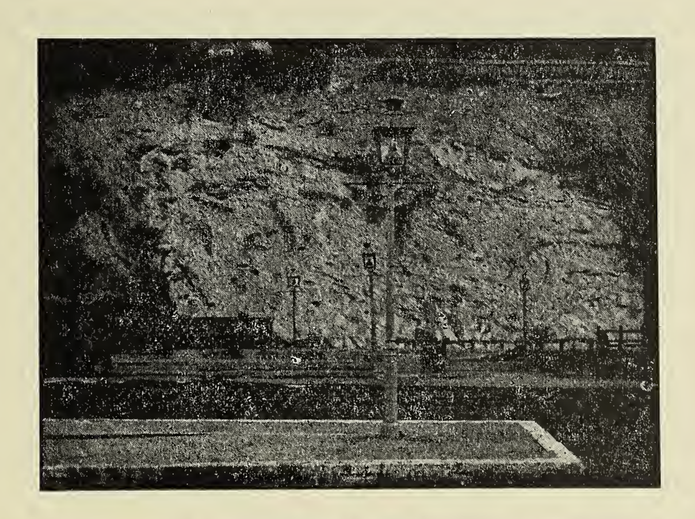


FIG. 3. — Photographie prise par M. H. Forir au nord de la remise de locomotives de la station de Trois-Ponts.

Les directeurs font remarquer que le sommet de la tranchée est partout formé de terrain détritique dans lequel dominent les blocs de quartzite, parfois très volumineux. C'est cette formation détritique qui cache les roches en place sur presque toute l'étendue du plateau.

On reprend ensuite les voitures, qui s'arrêtent en face de l'orifice méridional du tunnel, situé au sud de la station de Trois-Ponts. Là, ils peuvent constater que des quartzites et phyllades noirs, reviniens, analogues à ceux de la station, sont très visibles au-dessus de la voûte du tunnel ; contrairement à ce que l'on observe d'habitude, ils inclinent nettement vers le Nord de 45° environ, ce qui indique encore l'existence d'un pli.

Dans les parois de la tranchée ouverte récemment pour la déviation de la route, qui passe actuellement sous la voie ferrée, on voit un cailloutis dont les éléments bien roulés sont formés en grande prédominance par du quartzite revinien. Ce cailloutis est un dépôt

ancien de la Salm, qui coule actuellement une vingtaine de mètres plus bas que la tranchée.

Les voitures reprennent leur course jusqu'à la maison située immédiatement au-delà du pont jeté sur la Salm pour le passage de la route sur la rive droite. Là, on met pied à terre. Une excavation creusée dans le talus de la route pour permettre l'écoulement d'un filet d'eau dans le fossé, laisse voir des blocs et de mauvais affleurements de quartzite vert et de phyllade vert. M. Forir qui a vu cette excavation lorsqu'elle était encore fraîche, a recueilli, dans le phyllade, *Oldhamia radiata*, Forbes, ce qui rend incontestable son attribution au Devillien. Cet affleurement se trouve à l'extrémité sud-ouest d'un massif de cet âge qui s'étend, vers l'Est, jusque Aisomont, où il est interrompu par un petit synclinal, de roches noires, reviniennes, pour réapparaître bientôt et se terminer enfin au lieu dit Bouhaie. Ce massif interrompu semble avoir échappé à la perspicacité de Dumont, qui ne le figure pas dans ses cartes.

L'inclinaison vers le Nord observée dans le Revinien de l'orifice sud du tunnel de Trois-Ponts n'indiquerait-elle pas le versant septentrional de cet anticlinal devillien ?

M. **Forir** attire l'attention sur le fait que, dans la tranchée du chemin de fer située sur la rive gauche, on aperçoit des phyllades noirâtres, tendres, analogues à ceux qui, à Ennal, ont été exploités pour la fabrication des crayons d'ardoise (touches) ; ces phyllades, à Ennal, se trouvent également au voisinage des roches vertes, devilliennes.

Les excursionnistes remontent dans les voitures qui reprennent une allure rapide jusqu'au moulin de Roglinval, sans s'arrêter à aucune des nombreuses sections faites, lors de la construction de la route, dans des alternances de quartzites et de phyllades noirs, caractéristiques de la partie moyenne du Revinien ; l'on remarque, néanmoins, que, dans toutes ces sections, l'inclinaison des couches se fait invariablement vers le Sud et atteint, en moyenne, une cinquantaine de degrés.

Au kilomètre 4.900, un chemin quitte la route et conduit à Spineux. Au nord de ce chemin, on aperçoit déjà un mauvais affleurement de phyllade et de quartzite verts ; à l'extrémité sud-est de la tranchée du chemin de fer qui se trouve sur la rive gauche, en

face de ce point, on voit très clairement le contact des mêmes roches vertes avec des phyllades noirs, analogues à ceux exploités à Ennal et dont il a été question précédemment. Mais le temps fait défaut pour aller les voir.

En face du moulin de Roglinval, une carrière a été ouverte dans des quartzites verts, inclinant de 53° vers le Sud, en vue d'obtenir des matériaux pour l'empierrement des chemins.

Cette carrière, rendue célèbre déjà par les observations de Dumont, est l'un des premiers gîtes *d'Oldhamia radiata*, Forbes, signalé par G. Dewalque. Ce fossile s'y trouve dans des lits schisteux, intercalés entre les bancs de quartzite ; on en fait sans peine une bonne récolte ; certains membres recueillent aussi des cubes de pyrite renfermés dans la même roche, puis on se remet en route La direction, en ce point, est de 80° et l'inclinaison, de 53° vers le Sud.

Près de la borne kilométrique 108, se trouve une seconde ancienne carrière ouverte dans les mêmes quartzites verts. On y voyait jadis nettement l'extrémité occidentale d'un petit anticlinal,



Fig. 4.

Voûte secondaire dans le quartzite devillien supérieur, au S. de la borne kilométrique 108 de la route de Vielsalm à Trois-Ponts.

(Dessin à la plume fait par le professeur Arm. Stévart, le 8 avril 1868).

dessiné à la plume, le 8 avril 1868, par le regretté professeur Arm. Stévart (fig. 4). On ne peut plus constater aujourd'hui son existence, que par la différence d'allure de ses deux versants ; $d = 85^o$, $i = 42^o$ S., au Nord ; $d = 11^o$, $i = 54^o$ E. au Sud. On a récolté également *Oldhamia radiata*, Forbes en ce point, de même que dans la petite tranchée de la route au nord de Grand-Halleux, où les roches ont une direction de 63° et une inclinaison de 42° vers le SE.

Les excursionnistes descendent de voiture près du hameau de Hourt où existe une petite source d'eau minérale, fort mal captée malheureusement, connue depuis longtemps sous la désignation de *Pouhon de Grand-Halleux*.

M. **H. Forir** profite de cet arrêt pour attirer l'attention sur les différences que présente le relief de la contrée selon que le sol est formé de roches devilliennes ou reviniennes. Dans la première partie de l'excursion, la vallée de la Salm est extrêmement encaissée, les montagnes qui l'avoisinent ont une altitude considérable ; celà est dû peut-être en partie, à la forte proportion des quartzites dans le Revinien moyen, mais certainement aussi à la résistance des phyllades noirs à la désagrégation. Dès que l'on pénètre dans le Devillien, la vallée s'évase, ses versants sont en pente douce, les sommets qui l'avoisinent sont beaucoup moins élevés ; l'anticlinal devillien forme une vaste dépression superficielle, limitée de toutes parts par des crêtes reviniennes ; c'est vraisemblablement la grande altérabilité des phyllades verts qui est la cause de ce phénomène. Dans le Devillien lui-même, cependant, on peut remarquer une zone plus élevée que tout le voisinage, celle des quartzites inférieurs, blancs, que l'on va bientôt examiner.

Le même contraste existe entre les régions dont le sol est formé par le quartzophyllade zonaire du Salmien inférieur, très altérable, et celles constituées par les phyllades très métamorphiques du Salmien supérieur, sur lesquels les agents atmosphériques n'ont que bien peu d'influence, ainsi que l'on pourra s'en convaincre dans le courant de l'après-dîner ; les premières sont déprimées, les dernières, au contraire, constituent les points culminants du pays.

Les excursionnistes remontent en voiture pour se faire conduire,

à une allure rapide, au tournant précédant les rochers de Hourt, que A. Dumont a rendus célèbres.

A partir de ce tournant, et jusque la B.K. 105, on voit nettement, dans l'accotement de la route, une alternance de quartzites et de phyllades verts, appartenant au Devillien supérieur ; ils ont une direction de 58° et une indinaison de 54° SE. En face de la borne, se trouve encore un dernier affleurement des mêmes phyllades, alors que le sommet des rochers qui le surplombent est constitué de quartzite blanc, identique à celui que l'on voit à la route un peu au-delà ; la partie inférieure de l'escarpement est exploitée par intermittence, depuis nombre d'années, pour l'empierrement des chemins ; elle est couverte d'éboulis, et ce n'est qu'à mi-côte que l'on peut voir en place le quartzite blanc dont Dumont a fait l'étage inférieur du Devillien, le terme le plus ancien de la série géologique belge. Selon lui, ce quartzite forme « un dôme ellyptique, » allongé du SW. au NE., dont les rochers du Hourt mettent » l'observateur à même de saisir aisément la structure. »

Cette manière de voir a été contestée notamment par MM. Gosselet et Malaise, et il faut reconnaître que l'allure des couches est loin d'être manifeste. En s'avançant de quelques mètres dans le chemin d'exploitation qui se trouve à l'extrémité méridionale des rochers, on croit bien constater, cependant, que le sommet de l'escarpement est formé de trois gros bancs, semblant incliner faiblement vers le Sud (fig. 5).

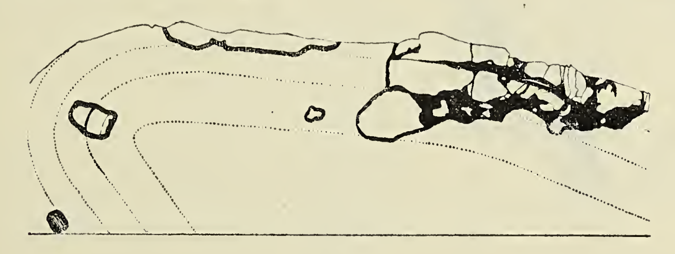


Fig. 5.

Voûte des rochers de Hourt, d'après une photographie prise de la rive gauche de la Salm ; la figure a été complétée par l'indication de deux exploitations du pied des rochers, l'une dans le phyllade du Devillien supérieur, l'autre dans le quartzite blanchâtre du Devillien inférieur.

M. **Forir** expose que le versant oriental des rochers est constitué par une surface qui semble bien être un joint de stratification et

qui a une forme tronconique. Dumont y a noté une direction de 80° et une inclinaison vers l'Est.

A l'extrémité septentrionale de l'escarpement, on voit une masse rocheuse, dans laquelle un joint paraissant être de stratification incline fortement vers le Nord ; enfin, vers le milieu de la partie moyenne de la montagne, M. Lohest et lui ont pu constater, lors du levé géologique de la feuille de Vielsam, l'existence d'un lit phylladeux, intercalé dans le quartzite, et où ils ont pu mesurer $d = 152°$; $i = 66°$ E.

De ces constatations il résulte que, si l'hypothèse de l'existence d'un dôme dont les rochers de Hourt formeraient l'extrémité orientale n'est pas à l'abri des contestations, elle est, cependant, très vraisemblable.

Au delà des quartzites, on voit ensuite, dans la tranchée, des phyllades verts, puis des quartzites verts, appartenant au Devillien supérieur, et qui s'observent jusqu'au delà de la B.K. 104.

Mais la rive gauche de la Salm présente une constitution très différente ; un rocher de quartzite blanc (n° 7 de la fig. 6) est entamé au N. (n° 9) et au S. (n° 8) par la voie ferrée.

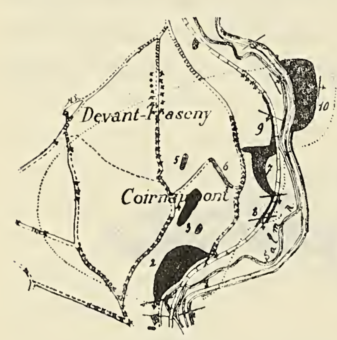


Fig. 6.
Carte du massif de quartzite blanc de Hourt.
Echelle de 1 : 40 000.
Les affleurements sont marqués par des taches noires, les débris de quartzite blanc, par des croix, ceux de phyllade vert du Devillien supérieur, par des traits barrant les chemins.

Au Nord, on a pu mesurer $d = 116°$; $i = 43°$ S. Au Sud, la tranchée du chemin de fer est très intéressante ; presque en face de la B.K. 104 de la route, on peut y observer, du Nord au Sud, 36 mètres de quartzite blanc, devillien inférieur : $d = 84°$; $i = 47°$ S. ; 40 mètres de phyllade vert, très altéré, devillien supérieur, dont les dernières couches sont en concordance avec les suivantes ; enfin, 70 mètres de quartzite blanc, devillien inférieur : $d = 82°$; $i = 55°$ S. Il y a donc ici un synclinal uniclinal très net, dont les bords sont formés par le Devillien inférieur et dont le centre est occupé par le Devillien supérieur.

Au delà de la B.K. 104, l'accotement de la route ne montre plus qu'un petit affleurement de quartzite vert, près du tournant; mais, en face, la rive gauche fournit un magnifique exemple d'extrémité de dôme, photographié en 1899 (1). A première vue, on croirait se trouver en présence d'une voûte de quartzite blanc, devillien inférieur ; mais un examen plus attentif montre que toutes les couches inclinent vers la vallée. L'ensemble a une longueur de 360 mètres et sa hauteur est de 55 mètres au-dessus de la voie ferrée; la direction y est de 32° et l'inclinaison, de 41° SE. à son extrémité NE. ; au SW., au contraire, on observe $d = 78°$, $i = 36°$ S : un peu au sud de ce dôme, on voit un rocher de phyllade vert, où la direction est de 95° et l'inclinaison vers le Sud de 48° ; ce phyllade semble donc reposer en concordance sur le quartzite sous-jacent ; il se prolonge sur la rive droite, où son allure est un peu différente : $d = 75°$, $i = 56°$ S. et confirme l'opinion que le Devillien supérieur entoure un dôme de Devillien inférieur.

En groupant toutes les données précédentes, on peut représenter comme suit (fig. 7) la disposition des quartzites blancs de la vallée de la Salm.

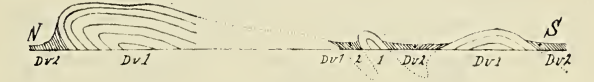


Fig. 7.
Projection, sur un plan méridien, de la coupe de la vallée de la Salm.
Dv2. Phyllades et quartzites verts du Devillien supérieur.
Dv1. Quartzites blanchâtres du Devillien inférieur.

Ainsi qu'on peut en juger, le massif de quartzite blanc ne forme pas un dôme unique, mais est dû à la réunion de trois dômes voisins les uns des autres, et séparés, à leur extrémité orientale, par des golfes de phyllades et quartzites verts.

L'affleurement de ces dernières roches au delà du tournant de la route n'a guère que 220 mètres de longueur; malgré les recherches répétées que l'on y a faites, depuis nombre d'années, on n'a pu y découvrir le fossile caractéristique du Devillien supérieur.

(1) Voir *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV bis, pl. III, fig. 1 et pl. IV, fig. 2, 19 novembre 1899.

Immédiatement au delà du dernier banc de quartzite vert, entamé pour obtenir des matériaux d'empierrement, on voit une alternance de quartzites et de phyllades noirs, s'étendant jusque la B.K. 103. Les phyllades gris, tendres, de la base du Revinien, font donc défaut ici, de même que semblent manquer les phyllades et quartzites verts à *Oldhamia radiata* du sommet du Devillien. Cette lacune justifie l'hypothèse très vraisemblable faite, depuis longtemps déjà, par G. Dewalque, de l'existence d'une faille en ce point; cette cassure paraît dirigée à peu près E.-W., mais l'absence d'affleurements devilliens à l'est et à l'ouest de ce point, rend son tracé fort peu précis.

A une centaine de mètres au delà de la borne 103, le fossé et le talus de la route sont couverts d'une boue noire, onctueuse au toucher, qui parait bien n'être autre chose que le résultat de l'altération du pyllade très tendre et très noir, bien visible, au sommet de la colline, dans le vieux chemin de Vielsalm à Hourt ; ce phyllade s'étend très loin vers l'Est, où il forme deux bandes se réunissant au S. du Chêne du Cheneux : celle de Beaufays et Mont-Michel et celle de Petit-Thier et du Poteau ; il est le terme supérieur du Revinien. La persistance de la pluie, qui tombe fine et drue depuis le matin, fait renoncer les excursionnistes à l'ascension de la montagne et à l'étude de ces phyllades peu altérés.

Ils s'arrêtent encore quelques instants à une centaine de mètres au sud de la borne kilométrique 102, pour y examiner un bel affleurement de quartzophyllade zonaire, caractéristique du Salmien inférieur, puis ils se rendent à l'hôtel Bourgeois, où les attend un repas réconfortant.

Pendant que l'on procède aux derniers préparatifs de cette collation, M. **M. Lohest** expose sommairement les conclusions auxquelles ils ont été conduits, M. H. Forir et lui, par le levé de la carte géologique détaillée de la région (fig. 8).

Tout d'abord, il est à observer que, autour du massif de quartzite blanc de Hourt, les différents niveaux observés pendant l'excursion de la matinée forment des zones concentriques, dont le développement superficiel est incomparablement plus considérable au Nord qu'au Sud ; chacune de ces zones reproduit et amplifie même les

particularités de celle à laquelle elle succède. C'est ainsi que le minuscule synclinal observé dans le Devillien inférieur, dans la tranchée du chemin de fer, en face de la B.K. 104 de la route, devient, dans les quartzophyllades zonaires du Salmien inférieur, un bassin de plus de trois kilomètres de longueur et de 600 mètres de largeur moyenne.



FIG. 8.
Carte géologique du massif cambrien de Stavelot.
Echelle de 1 : 500 000.

L'abondance des quartzites noirs dans la partie médiane du Revinien et l'altérabilité des phyllades très noirs de sa partie supérieure en une terre noire caractéristique, a rendu assez aisée la constatation de cette disposition, malgré la rareté de vrais affleurements dans cette région boisée.

En second lieu, l'existence d'une deuxième bande interrompue de quartzites et de phyllades verts, plus étroite que la bande de Grand-Halleux, au milieu des roches noires, au voisinage de Trois-Ponts et celle d'une troisième bande, discontinue également, des mêmes roches, plus étroite encore, signalée par G. Dewalque à Stavelot et par A. Dumont aux environs de la cascade de Coo, a attiré particulièrement leur attention.

Enfin la présence d'une étroite languette de Salmien inférieur à Francorchamps, qui semble être le prolongement du synclinal de la Lienne, et la réapparition des mêmes roches, mais avec un développement transversal plus considérable, à Spa, à Sart et au lac de la Gileppe, leur a paru appartenir au même ordre de phénomènes.

Cette disposition fait penser à une succession de plis synclinaux et anticlinaux, s'enfonçant de plus en plus profondément vers le Nord, où les terrains les moins anciens prennent un développement de plus en plus considérable.

C'est ce qu'ils ont voulu représenter par le croquis schématique suivant (fig. 9), qui n'a aucune prétention à l'exactitude et dans lequel les failles ont été volontairement négligées.

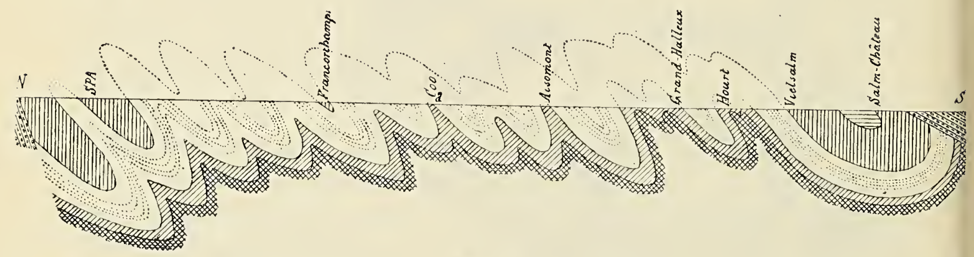


Fig. 9.

Coupe schématique suivant la ligne NS de la carte précédente (fig. 8). La figuration des diverses subdivisions du Cambrien est la même que dans la fig. 8.

Echelle de 1 : 250 000

Quoi qu'il en soit, il leur paraît que la disposition concentrique qu'ils ont observée est incompatible avec l'hypothèse que les roches

vertes et blanches, dont Dumont a fait son étage devillien, seraient un facies local des roches noires, reviniennes.

L'étude détaillée de la région les a donc conduits à confirmer les vues de Dumont, et à justifier l'interprétation qu'en a donnée son élève G. Dewalque, en s'appuyant uniquement sur des observations de détail et sur des comparaisons pétrographiques et paléontologiques.

***

La pluie, persistante mais fine pendant toute la matinée, avait augmenté sensiblement durant l'heure du repas, et elle devint véritablement torrentielle à la fin de l'excursion, rendant la marche et l'observation très pénibles. Cependant, aucun des participants ne voulut abandonner la partie.

On partit de l'hôtel Bourgeois à treize heures précises, pour continuer la coupe de la rive droite, dans la direction de Salm-Château.

Sans quitter les voitures, on put voir, près du chemin conduisant à la chapelle Gengoux et à Neuville, une petite tranchée faite par des scieurs de long, tranchée où les quartzophyllades zonaires du Salmien inférieur étaient encore visibles ; en face du chemin conduisant à la station de Vielsalm, le rocher a été entamé sur une centaine de mètres, pour la construction de maisons, et ainsi ont été mis à nu des quartzites verdâtres, relativement peu durs, faiblement inclinés et ondulés, et présentant beaucoup d'analogie avec ceux du Devillien supérieur. Ces quartzites forment, pour Dumont, le sommet du Salmien inférieur. Puis on ne voit plus d'affleurement jusqu'au sentier conduisant aux ardoisières. Contre ce sentier, se trouve une petite exploitation de phyllade ottrélitifère, abandonnée depuis longtemps.

D'après les renseignements fournis à MM. Lohest et Forir et les échantillons qu'ils ont vus, une galerie d'écoulement des carrières d'ardoises du sommet de la rive droite a recoupé, au nord du phyllade ottrélitifère, d'abord du phyllade violet avec coticule, puis du phyllade rouge.

Tout contre l'exploitation du fond de la vallée, se trouvent quelques bancs de phyllade vert, contenant de minces lits de quartzite, mieux visibles au sommet de la montagne, auxquels succèdent des quartzophyllades zonaires, gris, surtout bien développés dans les

rochers dominant la vallée, mais dont les débris s'accumulent au pied du talus.

Dumont a signalé que, vers le milieu de la partie inférieure de ces rochers, la stratification est peu inclinée ou horizontale et il a noté, vers le sommet, dans leur partie médiane, d = 115°; i = 45° NE. et, dans leur partie méridionale, d = 75°; i = 66° SE. Il en a tiré la conclusion que ces quartzophyllades ont une disposition synclinale ; MM. Lohest et Forir estiment, au contraire, que l'allure renseignée est caractéristique d'un anticlinal. MM. A. Renier, Al. Galopin et L. de Dorlodot ont déterminé, dans ces quartzophyllades, des allures comparables à celles indiquées par Dumont; ils ont, en outre, reconnu des pendages vers l'Est qui ne sont guère compatibles avec une allure synclinale.

La largeur de la bande de quartzophyllade est d'environ 450 mètres; au delà, se trouvent des travaux de recherche dans un phyllade ottrélitifère, comparable à celui que nous avons vu précédemment, mais moins clivable ; il ne paraît guère avoir plus d'une quarantaine de mètres; enfin, on voit de petites excavations d'où l'on a extrait du coticule accompagné de phyllade violet, oligistifère, et l'on arrive au viaduc du chemin de fer, après avoir examiné, à distance, le point du sommet de la colline où a eu lieu, il y a quelques années, une tentative d'exploitation de bornite, de malachite et d'azurite.

Traversant le hameau de Salm-Château puis la Salm, on arrive bientôt à un rocher de quartzite vert, situé à l'endroit où la route de Bovigny se sépare de celle de Bouillon. Ce quartzite avoisine du quartzophyllade zonaire affleurant sur cette dernière route ; mais le contact des deux roches n'est pas visible. MM. Lohest et Forir considèrent ce quartzite comme correspondant à celui qui a été vu en face de la station de Vielsalm, c'est-à-dire comme constituant le sommet du Salmien inférieur.

On se rend ensuite rapidement à la petite exploitation de poudingue et d'arkose gedinniennes, située à une faible distance, à l'ouest de la route de Bovigny ; ce Gedinnien paraît être en discordance sur les roches salmiennes ; mais on ne peut préciser.

On prend ensuite la route de Bouillon, pour se rendre à la petite carrière de dalles située sur la rive gauche du ruisseau de Golnay, carrière où un élève du cours de géologie de l'Université de Liége a trouvé un exemplaire de *Dictyograptus flabelliformis*, Eichw.,

dans du quartzophyllade zonaire, salmien inférieur, ayant une direction de 83° et inclinant au Sud de 43°. Une dalle provenant de cette carrière, et conservée au laboratoire de géologie de l'Université de Liége, montre des traces de vers indiscutables.

Les excursionnistes suivent ensuite, jusque la voie ferrée, le chemin longeant la rive gauche du ruisseau de Golnay. Tout contre le pont du chemin de fer, le rocher a été entamé pour livrer passage au chemin ; il est formé de phyllade violet, oligistifère, salmien supérieur.

M. **Lohest** fait remarquer que, si l'on tient compte de la direction mesurée dans la carrière de dalles très voisine, l'on devrait retrouver ici les quartzophyllades zonaires qui y sont exploités ; on voit qu'il n'en est rien ; cette anomalie s'explique par l'existence d'une faille qui se prolonge très loin vers l'Ouest et qui met les quartzophyllades du Salmien inférieur successivement en contact avec toute les roches du Salmien supérieur.

Le temps s'écoulant rapidement et la pluie devenant de plus en plus abondante, les excursionnistes se hâtent d'escalader le sentier de chèvres qui doit les conduire au sommet de l'escarpement.

A une faible distance du pied, ils peuvent récolter quelques rares débris de Dewalquite et d'albite, provenant d'une petite recherche de ces minéraux, actuellement abandonnée ; ils ne tardent pas à arriver à une ancienne exploitation de coticule dans le phyllade violet oligistifère, puis ils passent sur des têtes de bancs et des rochers de phyllade rouge et parviennent à l'exploitation en activité de coticule dans le même phyllade violet, oligistifère. De nombreux débris de l'exploitation sont déversés sur le terril et l'on peut y récolter de bons échantillons de la précieuse pierre à rasoirs.

L'un d'eux montre le passage très net d'un pli à une faille ; il fait actuellement partie des collections de géologie de l'Université de Liége. Les figures 10 et 11 ci-contre font voir clairement ce phénomène ; la partie de droite de la figure 10 montre un pli en S très aigu, qui s'est rompu dans l'intérieur du bloc et a donné naissance à la faille visible vers la droite de la figure 11.

Un peu au nord de cette carrière souterraine, se trouve une exploitation d'ardoises, ouverte dans les phyllades ottrélitifères, exploitation située un peu au sud de celle que nous avons visitée précédemment sur la rive droite.



Fig. 10.

Couche plissée de coticule dans du phyllade violet, oligistifère (Photographie de M. H. Forir).

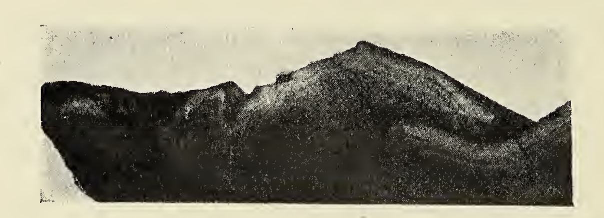


Fig. 11.

Face opposée du même échantillon. Le pli en S de droite s'est rompu et a été remplacé par une faille (Photographie de M. H. Forir, renversée).

M. **Forir** fait remarquer que toutes les roches observées sur le versant occidental de la vallée se trouvent juste en face du quartzophyllade zonaire de son versant oriental. La direction des couches étant sensiblement E.-W., cette asymétrie des deux rives de la Salm ne peut s'expliquer que par l'existence d'une faille dans le fond de la vallée, faille signalée déjà, depuis longtemps, par M. Gosselet.

Les excursionnistes redescendent ensuite dans le chemin longeant le pied de l'escarpement ; ils y observent encore un petit affleurement de phyllade ottrélitifère, puis des phyllades verts peu développés, du quartzophyllade zonaire gris, auquel succède, dans le chemin ascendant conduisant au bois de Bonalfa, du phyllade vert, puis du phyllade ottrélitifère, tandis que, dans le chemin du fond de la vallée, ce quartzophyllade est séparé du phyllade ottrélitifère par un brouillage indiquant l'existence d'une faille de refoulement, à pendage sud et à faille rejet.

La coupe, depuis ce quartzophyllade jusqu'à la station de Vielsalm, ayant mis à nu une partie du Salmien que l'on a rarement l'occasion d'observer, il peut paraître utile d'en donner une coupe détaillée, en prenant comme origine des distances le centre du bâtiment de la station.

De 729^{m} à 509^{m}. Quartzophyllade zonaire, dont il vient d'être question.

A 509^{m}. Brouillage contenant des blocs et des débris de quartzophyllade zonaire, gris. Passage d'une faille inverse à pied sud.

De 509^{m} à 409^{m}. Phyllade ottrélitifère, violet foncé, dont la *stratification horizontale* est indiquée par des zones de coloration verte.

De 409^{m} à 349^{m}. Phyllade violet, avec de nombreuses couches minces, blanchâtres, paraissant être du coticule, et *inclinant de 42° vers le Nord.*

A 349^{m}. Axe du viaduc (repère).

De 349^{m} à 290^{m}. Même phyllade violet, dans lequel les couches à apparence de coticule deviennent moins nombreuses.

Au-delà, la coupe se continue dans la tranchée de la voie ferrée, où l'on se rend directement. On y fait les observations suivantes :

Tout contre le viaduc, se trouvent des éboulis au milieu desquels on récolte du phyllade vert clair, à grandes lamelles d'ottrélite.

Au-delà, et jusque 290^{m}, phyllade violet, avec minces lits de roche claire, à aspect de coticule.

De 290^{m} à 270^{m}. Couches de phyllade vert et rouge, bigarré, contenant, à 273^{m}, une zone de phyllade rouge, criblé de vacuoles paraissant dues à la disparition de cristaux d'un minéral inconnu.

De 270^{m} à 254^{m}. Quartzophyllades zonaires, verts et violet sombre, analogues à ceux qui sont exploités pour dalles, sur les hauteurs de la rive gauche de la Salm ; ces quartzophyllades contiennent des bancs, de 0^{m}40 d'épaisseur environ, de phyllade vert clair, à grandes lamelles d'ottrélite.

De 254^{m} à 251^{m}50. Bancs de quartzite vert, suivis de phyllade vert clair à grandes lamelles d'ottrélite.

De 251^{m}50 à 247^{m}. Phyllade violet, altéré et quartzophyllade zonaire, de même couleur.

De 247^{m} à 238^{m}. Bancs minces de quartzite vert, à surface mamelonnée, interstratifiés de quartzophyllade zonaire et de phyllade violet altéré.

De 238^m à 230^m. Quartzophyllade zonaire, violet et phyllade violet altéré.

De 230^m à 229^m40. Gros banc de quartzite vert.

De 229^m40 à 211^m. Phyllade violacé, avec intercalations de quartzophyllade zonaire de même couleur, le tout très altéré.

De 211^m à 208^m. Quartzophyllade zonaire, violet.

De 208^m à 178^m. Quartzophyllade zonaire, gris vert.

De 178^m à 174^m. Phyllade vert.

De 163^m à 155^m70. Rocher de phyllade vert.

A 140^m, à 93^m50 et à 72^m50. Blocs de quartzite vert, dans du limon.

De 72^m50 à 31^m50. Blocs de quartzophyllade zonaire, gris, dans le même limon.

A 31^m50. Rigole en pierres de taille, amenant les eaux de la campagne surmontant la tranchée, dans le fossé qui en longe le pied (repère).

Au-delà, limon jusqu'aux premiers rochers de quartzophyllade zonaire, gris, visibles à 270^m environ au nord du bâtiment de la station.

Ici se termine l'excursion du jour, et les participants s'empressent de gagner le café Molhan, en face de la station, où ils vont se sécher en attendant le passage du train qui les ramènera à Stavelot.

M. **Lohest** profite de cette période d'attente pour exposer brièvement les hypothèses que M. Forir et lui ont émises pour expliquer la disposition des roches salmiennes, vues dans l'excursion de l'après-dîner et les objections à leur dernière manière de voir qu'entraînerait la comparaison de la coupe de la Lienne que l'on visitera le lendemain avec celles de la Salm.

Tout d'abord, ainsi qu'on a pu en juger, les deux rives de la Salm présentent des coupes qui ne peuvent se raccorder directement. Cette constatation a conduit, il y a longtemps déjà, M. J. Gosselet à admettre l'existence d'une faille transversale, passant dans le fond de la vallée ; cette faille, constituant une ligne de moindre résistance, a vraisemblablement permis à la rivière de franchir cette forte élévation, dont le métamorphisme a rendu les roches très résistantes, par suite de leur faible altérabilité par les agents atmosphériques.

A. Dumont considérait le massif de quartzophyllades zonaires situé au sud des exploitations d'ardoises de la rive droite, comme ayant une disposition synclinale, ce qui l'obligeait à admettre la disposition suivante, de haut en bas.

Salmien supérieur	7° Quartzophyllades et phyllades zonaires, supérieurs
	6° Phyllade compact, vert
	5° Phyllade ottrélitifère
	4° Phyllade violet, à coticule
	3° Phyllade rouge
Salmien inférieur	2° Quartzite vert et phyllade compact, de même couleur
	1° Quartzophyllades et phyllades zonaires, inférieurs

M. J. Gosselet, qui a plus spécialement étudié la rive gauche, n'y voit aucune symétrie ; il suppose l'existence de deux failles, pour expliquer la double réapparition des roches.

La succession de celles-ci, dans sa manière de voir, serait la suivante, de haut en bas :

9° Phyllade zonaire supérieur, exploité pour dalles.
8° Phyllade compact, verdâtre, supérieur.
— Faille
7° Phyllade violet, à coticule, supérieur.
6° Phyllade rouge.
5° Phyllade violet, à coticule, inférieur.
4° Phyllade ottrélitifère.
— Faille
3° Phyllade zonaire, moyen.
2° Phyllade vert, compact, inférieur.
1° Quartzophyllades et phyllades zonaires, inférieurs.

* * *

Ces deux opinions sont, comme on le voit, très différentes. Celle de Dumont peut s'appliquer aux deux rives de la Salm ; mais il n'en est pas de même de celle de M. Gosselet, qui ne permet pas d'expliquer la coupe du versant oriental de cette rivière.

Dans le cours de l'excursion, il a été montré que les arguments invoqués par Dumont pour justifier la disposition synclinale des quartzophyllades zonaires situés sur la rive droite, au sud des

ardoisières, semblent mieux s'appliquer à l'hypothèse d'un anticlinal qu'à celle d'un synclinal.

C'est à cette manière de voir que M. Forir et lui se sont ralliés et cela les a conduits à admettre les traçés suivants, en plan et en coupe.

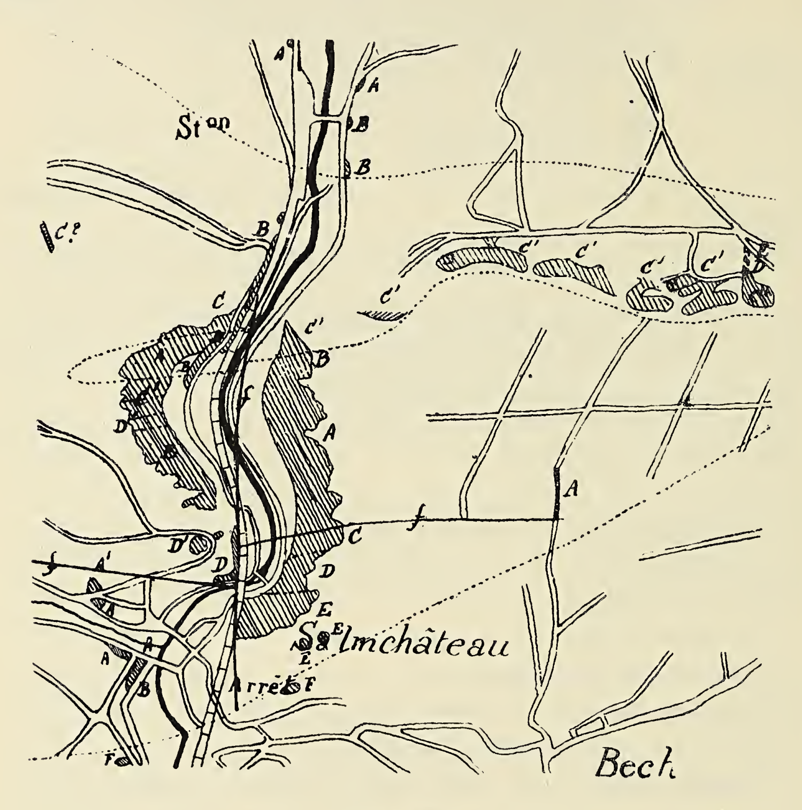


Fig. 12.

Carte géologique des environs de Vielsalm. Echelle de 1 : 20 000.

F. Arkose gedinnienne.

Salmien supérieur:
- E. Phyllade rouge.
- D. Phyllade violet à coticule, exploité pour pierres à rasoirs (D′).
- C. Phyllade ottrélitifère, exploité pour ardoises (C′), pour dalles et pour pierres à bâtir.

Salmien inférieur:
- B. Quartzite vert et phyllade vert.
- A. Quartzophyllade et phyllade zonaires, exploités pour dalles (A′).

f. Failles.

FIG. 13. Coupe de la rive droite de la Salm. Echelle de 1 : 20 000.

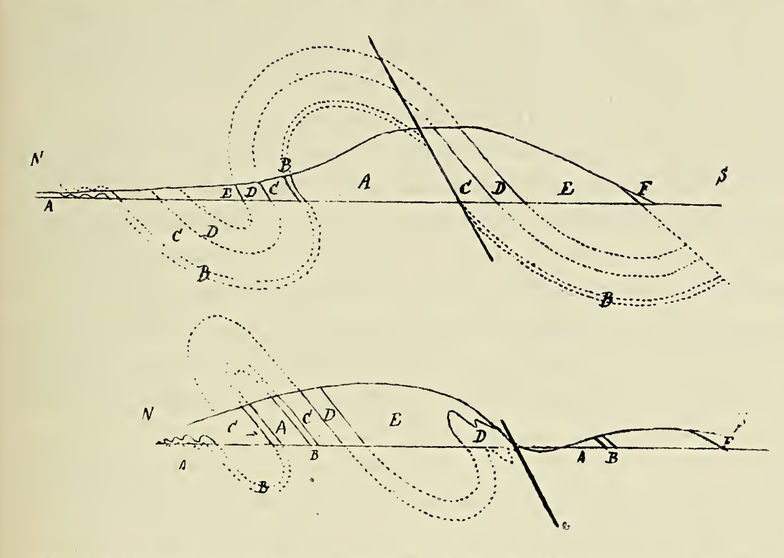


FIG. 14. Coupe de la rive gauche de la Salm. Echelle de 1 : 20 000.

Ainsi que l'on peut en juger, cette solution est la plus simple de celles qui ont été préconisées, en ce sens que chaque espèce de roche n'apparaît qu'à un seul niveau. Mais elle nécessite l'hypothèse de l'existence de failles longitudinales à l'est et à l'ouest de la faille transversale de la vallée de la Salm, et elle ne permet pas d'expliquer l'absence de quartzite vert des deux côtés de l'anticlinal principal de quartzophyllade zonaire, alors que ce quartzite se trouve au nord et au sud de cet anticlinal.

Dans cette hypothèse, la disposition des couches sur les deux rives est absolument la même ; elles formeraient deux synclinaux principaux séparés par un anticlinal.

La faille de la Salm semble avoir provoqué un affaissement relatif de sa lèvre occidentale, affaissement qui, combiné avec une érosion plus forte sur la lèvre opposée, aurait amené l'élargissement de l'affleurement de l'anticlinal de la rive droite et un déplacement apparent de son axe vers le Sud, d'environ 270 mètres.

L'appropriation récente de la partie méridionale de la station de Vielsalm, fait constater l'existence d'une apparence de voûte dans les phyllades violets contenant une roche claire, ayant l'apparence

de coticule et dans les phyllades ottrélitifères et conduisirent son collaborateur et lui à admettre que les quartzites verts de la tranchée de la station, de même que ceux qui leur font face sur l'autre rive, surmonteraient ces phyllades à coticule (?) et seraient, par conséquent, le terme supérieur du Salmien.

Mais ils ne se dissimulent pas que les constatations faites dans la vallée de la Lienne et que l'on aura l'occasion de répéter le lendemain, sont difficiles à concilier avec cette hypothèse. Y aurait-il deux ou plusieurs niveaux de quartzite vert dans le Salmien ? La chose est très possible ; mais on peut également supposer que l'existence d'une plateure dans les phyllades oligistifères et d'une inclinaison vers le Nord dans les phyllades à coticule (?), indiquerait simplement un *synclinal* secondaire, indépendant de l'allure générale du massif.

Quoi qu'il en soit, on peut voir que la question n'est pas résolue, et cela doit engager nos jeunes confrères à poursuivre les recherches dans cette direction.

***

Les excursionnistes reprennent à 17 h. 4 le train qui les ramène à 17 h. 41 à Stavelot où les attendent le dîner et le logement.

Excursion du lundi 11 septembre 1905

Le départ de l'hôtel d'Orange a lieu, en voitures, à 7 1/2 heures précises. L'objectif de l'excursion est double : faire voir aux participants la partie de la vallée de la Salm comprise entre Stavelot et son confluent avec l'Amblève, puis l'admirable partie de la vallée de cette dernière rivière jusque Stoumont ; ensuite, leur permettre d'étudier le Salmien peu métamorphique de la partie septentrionale de la vallée de la Lienne.

Malheureusement, le ciel couvert et l'aspect sombre du paysage ont beaucoup contrarié la première moitié de ce programme.

Mentionnons, pour mémoire, que l'on voit, en passant, la cascade de Coo et la montagne conique qui l'avoisine, montagne sur laquelle est bâti le hameau de Grand-Coo ; chacun peut se rendre compte de l'origine de cette montagne par l'accentuation d'un méandre de l'Amblève, aboutissant finalement à la rectification du cours de cette rivière.

A Stoumont (planche XIV), on abandonne momentanément les voitures à l'entrée de la vallée de la Lienne, pour prendre le raccourci de la route en lacet de Xhierfomont.

Ce sentier montre d'abord, jusqu'à une certaine altitude, des cailloux d'une ancienne terrasse de l'Amblève, puis un affleurement continu de phyllade très noir, du sommet du Revinien, présentant, au delà de la rencontre du premier tournant de la route, un plissement très curieux et très intense, qui retient l'attention pendant un certain temps.

La partie septentrionale du troisième tronçon de la route est encore dans les mêmes phyllades très noirs, dont la direction est oblique par rapport à celle de ce tronçon : $d = 88^o$; $i = 56^o$ S. M. M. Lohest y recueille des traces d'organismes, intéressantes surtout à cause de l'absence de fossiles déterminables dans le Revinien.

Le contact du Revinien et du Salmien inférieur est visible vers le milieu de cette partie de route, où les phyllades noirs, très feuilletés, passent assez rapidement à un quartzophyllade feuilleté, verdâtre, formant des bancs assez épais. C'est en ce point que G. Dewalque a recueilli, en 1885, le premier échantillon de *Dictyograptus flabelliformis*, Eichw. du bassin de la Lienne (¹). M. Dondelinger ne tarde pas à trouver un bel exemplaire de ce fossile caractéristique de la base du Salmien, dont il fait don aux Collections de géologie de l'Université de Liége, puis on en découvre de nouveaux spécimens, que se partagent les excursionnistes.

M. **Forir** attire l'attention sur la différence de facies que présente le Salmien inférieur sur la Lienne et sur la Salm, ainsi qu'on le constatera encore par la suite. Alors que, dans cette dernière région, les quartzophyllades sont zonaires et gris, ici, ils sont feuilletés et verdâtres.

Il rappelle qu'un deuxième gisement de *Dictyograptus* a été signalé, au bord méridional du synclinal de la Lienne, par M. C. Malaise, sur la rive gauche de l'Amblève, à Cheneux-du-Rivage (La Gleize) (²). On ne tardera pas à en voir un troisième au bord septentrional.

(¹) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XII, *Bull.*, p. 126, 17 mai 1885.

(²) *Ibid.*, t. XV, p. LXXVI, 19 février 1888.

Les excursionnistes redescendent à la route où ils reprennent les voitures qui les conduisent rapidement à une ancienne carrière de quartzophyllade feuilleté, gris verdâtre, située sur la rive gauche de la Lienne, au lieu dit Es-è-Heid (Est-Zeheid des cartes topographiques et géologique), un peu en aval du lieu où la route traverse la rivière. La direction des couches, en ce point, est de 65° et leur inclinaison de 80° vers le SE. C'est en cet endroit que les conducteurs de l'excursion ont recueilli un mauvais exemplaire de *Dictyograptus* ; M. Forir ne tarde pas à en trouver un second, remarquablement beau, et qui fait actuellement partie des Collections de géologie de l'Université de Liége. M. Dondelinger y récolte des traces d'algues dont il fait don également à ces Collections et M. Lohest attire l'attention sur des ondulations remarquables du phyllade intercalé dans le quartzophyllade.

La berge orientale de la Lienne est dominée par des rochers à pic du même quartzophyllade, jusqu'au grand coude suivant de la route, au delà duquel un affleurement presque continu de roches identiques, recoupées presque parallèlement à la stratification, longe le chemin au Nord. On peut y noter successivement $d = 87°$; $d = 78°$; inclinaison vers le Sud. Dans le tronçon suivant, les mêmes quartzophyllades, montrant des *ripple-marks* très nets, forment le talus NW. de la route ; ils ont encore la même direction et inclinent vers le Sud de 48°.

La route s'infléchit de nouveau vers le SSE.; son accotement occidental est formé de roches semblables, dont l'allure est $d = 73°$, $i = 50°$S., roches qui se continuent jusque 173 mètres au delà de la 4e B. K.

En ce point, on quitte les voitures pour étudier des bancs de quartzite vert, recoupés par la route presque parallèlement à la stratification, et que l'on peut suivre sur 89 mètres, presque sans interruption. On y note successivement : $d = 80°$, $i = 50°$ S.; $d = 75°$, $i = 48°$ S. ; $d = 70°$, $i = 50°$ S.

M. **M. Lohest** attire l'attention sur la grande ressemblance de ce quartzite avec celui des deux rives de la Salm près de la station de Vielsalm, dont Dumont fait le sommet du Salmien inférieur, et avec celui de Salm-Château.

Ce quartzite forme ici la limite entre les quartzophyllades du Salmien inférieur et les phyllades rouges, rapportés par tout le

monde au Salmien supérieur. Leur situation géologique ne paraît pas contestable ici, alors qu'elle est discutable sur la Salm. Cette coupe semble donc confirmer les vues que M. Forir et lui ont exposées en 1901, sur la succession des roches du sommet du Cambrien ; cependant, il rappelle que des quartzites semblables peuvent exister à plusieurs niveaux et que la coupe du sud de Vielsalm n'est pas assez claire pour permettre une interprétation indiscutable.

A partir de 262^m au sud de la 4e B. K., on aperçoit d'abord de nombreux débris de phyllade rouge dans le talus de la route, puis un affleurement continu de la même roche, allant jusque la première exploitation de manganèse, connue sous le nom de mine des Ardennes, située au hameau de Bierleux (Rahier).

Tout contre la palissade limitant la cour de cette exploitation, M. **J. Libert** fait voir une petite couche de minerai de manganèse, (fig. 9, pl. XVI), dont la direction est de 69° et l'inclinaison, de 45° vers le Sud. Il fait, à ce sujet, une très intéressante communication, dont il a fait parvenir le texte annexé à ce compte rendu.

Un peu plus loin, on voit, au nord de la route, un monceau de déblais provenant de la même mine ; les débris de phyllade rouge inaltéré dominent dans ce terril ; ils y sont accompagnés de morceaux de quartzite imprégné de manganèse et de fer, qui est le minerai exploité.

M. **H. Forir** montre les différences profondes que présente le phyllade rouge de ce point avec celui de la rive droite de la Salm, dont il a recueilli la veille un échantillon caractéristique, comme terme de comparaison. Ce dernier est difficilement clivable et les joints de clivage sont obliques par rapport aux joints de stratification ; sa couleur est rouge très foncé. Celui de la Lienne, au contraire, est rouge sang et son clivage le plus facile est parallèle à la stratification. L'échantillon figuré ci-contre, réduit au tiers, a été recueilli en ce point et fait partie des Collections de géologie de l'Université (fig. 15).

Il a la forme d'un prisme très écrasé, dû à la rencontre, sous un angle très obtus, de deux joints de clivage. La stratification, très oblique par rapport à ce clivage, donne les bases du prisme, dont

l'une est visible à sa partie supérieure. Enfin, une troisième sorte de joints de clivage peut être vue à la gauche de la partie inférieure de la photographie.

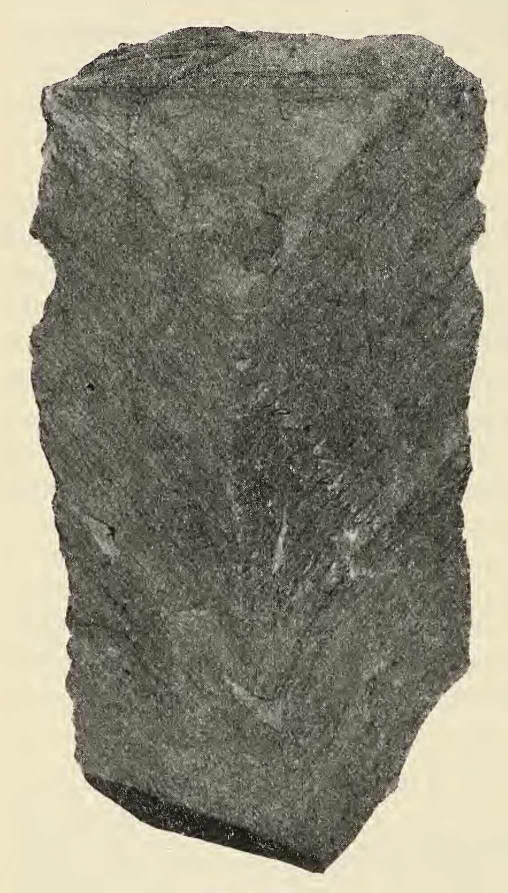


Fig. 15.
Phyllade rouge de la mine des Ardennes, à Bierleux (Rahier), réduit au tiers.
(Photographie de M. H. Forir).

La mine de Moët-Fontaine (Bierleux) se trouve sur la rive gauche de la Lienne, en face du point où la route traverse de nouveau la rivière. La couche de quartzite ferro-manganésifère a, en ce point, à l'affleurement, une direction de 70° et une inclinaison de 50° vers le Sud ; plus haut, sur la montagne, à l'œil de la galerie d'exploitation, la direction reste sensiblement la même, et l'inclinaison devient de 45° vers le Sud ; mais le temps manque pour aller voir ces deux points.

La propriétaire du café, où l'on a bien voulu nous préparer l'excellente « fricassée » (1) traditionnelle, arrosée d'un bon verre de Bordeaux, fait don aux excursionnistes, qui se les partagent, d'échantillons de diallogite ferrifère, d'oligiste lamellaire et de bornite, provenant de la mine des Ardennes (2).

(1) Omelette au jambon et aux œufs.

(2) Ad. Firket a signalé également l'existence de chalcocite et de malachite dans une faille rejetant la couche ferro-manganésifère. Découverte de la chalcocite à Moët-Fontaine (Rahier). *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. X, pp. XCVII-XCIX, 18 février 1883.

Pendant les préparatifs du repas, quelques infatigables se rendent au contact méridional des deux assises du Salmien. Ils passent d'abord devant l'ancienne exploitation de manganèse de la Société Cockerill, puis arrivent à un talus, non éloigné du point où la route traverse de nouveau la rivière. On y observe encore du phyllade rouge, dont la direction est de 71° et dont l'inclinaison est forte vers le Sud ; puis apparaît du quartzite verdâtre, dont les bancs sont dirigés à 66° et inclinent également vers le Sud. Il en résulte que la bande de phyllades rouges à couches ferro-manganésifères de la Lienne forme bien un synclinal uniclinal, dont l'allure est conforme à celle constatée au cours de l'excursion de la veille, quoique moins compliquée. Ce synclinal repose, au Sud comme au Nord, sur des quartzites verdâtres.

Au delà, on ne voit plus que du quartzophyllade feuilleté, gris verdâtre, analogue à celui du versant septentrional ; mais la vallée devenant parallèle, sur plusieurs kilomètres, à la direction des couches, il faut bien renoncer à se rendre au contact méridional du Revinien et du Salmien, de même qu'au point le plus proche où le Dévonien repose sur le Cambrien.



A la fin du repas, M. le président adresse les remerciements de l'assemblée aux directeurs de l'excursion et les félicite d'avoir rendu si intéressante la session extraordinaire de 1905. Il déclare cette session close.

Les voitures reconduisent les excursionistes à la station de Stoumont, où ils prennent le train de 17 h. 56, pendant qu'un rayon de soleil émerge tardivement des nuages, sans doute pour leur faire regretter davantage son absence pendant ces deux journées.

Les gisements ferro-manganésifères de la Lienne,

PAR

JOSEPH LIBERT.

Planches XIV à XVI.

Préliminaires.

Dans deux notes publiées en 1878 et 1879, dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (¹), Adolphe Firket a appelé l'attention sur les gisements ferro-manganésifères de la Lienne, dont il avait eu l'occasion de suivre les recherches y pratiquées par les concessionnaires, en vue de leur mise à fruit, aussitôt que la section de Comblain à Stoumont du chemin de fer de l'Amblève aurait été livrée à l'exploitation et que la partie de route de Stoumont à Rahier, dans la vallée de la Lienne, aurait été terminée, travaux nécessaires pour tirer la région considérée de l'isolement complet dans lequel elle se trouvait et permettre ainsi l'expédition des minerais extraits, dans des conditions suffisamment économiques pour leur permettre de faire la concurrence aux minerais étrangers.

A partir de la fin de l'année 1886 et du commencement de 1887, les diverses concessions minières de manganèse de la Lienne furent successivement mises en exploitation. Dans l'une d'entr'elles, Meuville, appartenant à la Société Cockerill, les travaux n'eurent jamais qu'une très minime importance; dans les deux autres, l'exploitation se poursuivit pendant une dizaine d'années pour la mine de Moët-Fontaine et pendant près de dix-sept ans pour celle de Bierleux-Werbomont. L'arrêt de ces travaux est principalement dû à des considérations d'ordre économique.

L'excursion faite en septembre 1905, dans la partie inférieure

(¹) Tome V, *Mémoires*, p. 33 et tome VI, *Bulletin*, p. CLIII.

27 mars 1906.

de la vallée de la Lienne, m'a amené à réunir les notes que je possédais sur ces gisements et que j'ai complétées d'après les archives administratives et les renseignements fournis par les concessionnaires.

Le but de cette note est la mise au point des notices prérappelées de notre savant et regretté confrère et de mon honorable prédécesseur, Adolphe Firket.

Sur la Carte militaire à l'échelle de 1 : 20 000 (pl. XIV), j'ai fait figurer les limites des trois concessions minières de manganèse de la région, les limites des affleurements des diverses assises géologiques, d'après les levés et les tracés du professeur G. Dewalque, représentés sur la carte officielle au 1 : 40 000, ainsi que l'allure et les affleurements des couches de manganèse, d'après les plans des travaux d'exploitation et de recherche effectués et d'après mes constatations personnelles. Une coupe verticale nord-sud (pl. XV) complète les indications de la carte.

Concessions minières.

Trois concessions minières ont été accordées par le Gouvernement, en vue de l'exploitation de ce gisement. Au Nord-Est, (périmètre **ABCDEA** de la carte ci-jointe) se trouve la concession de Moët-Fontaine, d'une superficie de 153 hectares ; au Sud-Est (périmètre **AEFGA**) est la concession de Meuville, d'une superficie de 163 hectares. Une légère modification est intervenue entre les deux dits territoires concédés ; mais elle ne figure pas sur la carte pour plus de simplicité. Ces deux concessions ont pour limite ouest, le bord, rive droite, de la rivière la Lienne.

A l'ouest du bord, rive gauche, de cette rivière, se trouve la concession de Bierleux-Werbomont (périmètre **ABHIKLGA**), d'une étendue superficielle de 1 385 hectares. Les deux premières concessions sont séparées de la troisième par le lit de la Lienne, territoire conséquemment non concédé et destiné à servir d'esponte entre les exploitations voisines.

Formation géologique.

Au point de vue géologique, on constate, dans la région considérée, les affleurements des roches primaires ci-après :

1° l'étage salmien supérieur (*Sm2*), constitué par des phyllades oligisteux, avec couches manganésifères ;

2° l'étage salmien inférieur (*Sm1*), caractérisé minéralogiquement par des quartzophyllades et des phyllades ;

3° l'étage revinien, constitué par des quartzites gris bleu et des phyllades noirs.

Ces roches forment un grand bassin dont l'ennoyage plonge vers l'Ouest ; on les rencontre successivement, en sens contraire de celui qui vient d'être indiqué, en remontant le cours de la Lienne à partir de Stoumont ; le centre du bassin doit se trouver un peu au sud de la limite séparative des concessions de Moët-Fontaine et de Meuville, tout au moins pour l'affleurement superficiel, puis les versants sud se rencontrent, mais avec le même pendage que dans le comble nord, en continuant à remonter la rivière.

L'allure qui précède est surtout caractérisée à l'est de la Lienne, mais à l'ouest, on constate l'affeurement de roches primaires plus récentes que celles du Cambrien ci-dessus renseignées et notamment de celles de l'étage gedinnien (*G*) et de l'assise inférieure (*Cb1*) de l'étage coblencien, l'un et l'autre appartenant au Dévonien inférieur.

Le territoire de la concession de Moët-Fontaine se trouve, en grande partie, dans la région où affleure le Salmien supérieur ; toutefois, la partie orientale, s'étendant jusqu'à l'Amblève, se trouve dans le Salmien inférieur, soit dans une région où le gisement manganésifère n'existe pas. Il en est de même du territoire de la concession de Meuville ; vers la partie sud du territoire susdit, affleurent aussi des roches du Salmien inférieur ; il n'est cependant pas impossible que le Salmien supérieur et notamment le gisement manganésifère plonge en dessous du Salmien inférieur, à la faveur de l'inclinaison vers le Sud du versant méridional des strates et du relèvement du niveau du sol vers l'Ouest ; mais il ne peut en être de même vers l'Est, sens dans lequel le développement de l'axe du bassin à partir de la Lienne mesure environ 1 800 mètres dans le Salmien supérieur, tandis que la limite est de la concession de Meuville s'étend à environ 2 500 mètres et celle de la concession de Moët-Fontaine plus loin encore.

Dans la région située à l'ouest de la rivière, à une distance d'environ 2 000 mètres du point limite **A** et selon l'axe du bassin,

le terrain cambrien est recouvert par les roches dévoniennes pré-mentionnées, sauf dans le polygone **abcdefgha**, situé dans la partie sud-ouest de la concession de Bierleux-Werbomont, où le Salmien réapparaît en son assise supérieure et au sud, en son assise inférieure ; le professeur G. Dewalque y a constaté deux affleurements de manganèse, l'un dans la partie nord-est du dit polygone, l'autre vers le centre, contre la route. Ces affleurements sont représentés sur notre carte.

Importance du gisement.

D'après l'examen de la carte, il semble résulter que la très grande partie de la concession de Bierleux-Werbomont se trouve en dehors du Salmien supérieur, lequel est seul métallifère, mais il n'est pas impossible que le gisement se poursuive, partiellement du moins, en dessous des roches des étages plus récents et quelque peu vers le Sud en dessous du Salmien inférieur. Quant au petit polygone situé dans la partie sud-ouest de la concession, il doit évidemment être séparé du gisement principal par des failles et il nous paraît avoir fort peu d'importance.

De ce qui précède, on doit considérer que toute la richesse métallifère de la région est localisée sur un espace assez restreint suivant le cours de la Lienne et sur un développement de 3 000 mètres environ, partagé en deux parties à peu près égales par la dite rivière dans la section nord-sud partant du point **A**.

Comme le montre la coupe (pl. XV), ce bassin s'enfoncerait profondément et la couche principale ou inférieure atteindrait, dans la partie centrale, une profondeur de plus de 400 mètres en-dessous du niveau de la vallée. Cette couche a été exploitée en partie, en profondeur, dans le comble nord, tant à l'est qu'à l'ouest de la Lienne ; à l'est, on a atteint la profondeur d'une soixantaine de mètres sans rencontrer aucune trace de plissement.

Dans le comble sud, les travaux n'ont pas été poussés en-dessous du niveau de la rivière.

En admettant un développement moyen, suivant la pente, de 1 200 mètres pour l'ensemble des deux versants, en-dessous de la rivière, une puissance moyenne de $0^{m}70$ et une densité de 3.5, on trouverait une quantité de plusieurs millions de tonnes de minerai, pour l'importance du gisement, même constitué par une seule

couche. En pratique, il y aurait certainement lieu d'affecter ce résultat d'un très fort coëfficient de réduction, pour obtenir la quantité de minerai utilement exploitable. Le but de la présente note étant purement scientifique, je ne m'arrêterai pas davantage sur ce point et je me bornerai à tirer la conclusion que le gisement minier dont il s'agit, même réduit dans une notable mesure par suite des conditions géologiques ci-dessus exposées et par les dérangements nombreux qui affectent la couche métallifère principale, paraît encore posséder une importance assez considérable pour retenir l'attention du monde industriel et donner lieu à une reprise, le jour où les conditions du marché des minerais de manganèse et les besoins de la sidérurgie permettront d'utiliser ceux que contient le gisement de la Lienne.

La carte ci-annexée (pl. XIV) donne l'indication de la position de tous les affleurements relevés. Des diverses constatations et études effectuées, il paraît résulter qu'il n'existe, dans la région, qu'une seule couche bien importante, au point de vue industriel, d'ailleurs tant comme puissance, que comme qualité de minerai et comme développement ; c'est la couche inférieure, dans laquelle se sont concentrés pour ainsi dire tous les travaux d'exploitation effectués jusqu'à ce jour, C'est à cette couche que les études de Ad. Firket se rapportent exclusivement, ainsi que les analyses auxquelles elles ont donné lieu, et encore ne concernent-elles que le comble nord, seul exploré sérieusement à cette époque. Toutefois, une autre couche gît à un niveau beaucoup plus élevé que celui de la précédente, mais son développement est incomparablement moins important ; j'y reviendrai dans le paragraphe consacré à la description détaillée du gisement.

Nature du minerai.

Les nombreuses analyses effectuées sur des échantillons de ce minerai, provenant d'un grand nombre de points, ont fourni des résultats assez variables, notamment en ce qui concerne la teneur en manganèse, le seul élément présentant un intérêt au point de vue métallurgique et donnant conséquemment de la valeur au produit.

Je rappellerai d'abord celles signalées par Ad. Firket dans sa première notice ; trois échantillons ont donné respectivement des

teneurs de 14,15 et 18.6 °/₀ de manganèse et 20, 18.3 et 19 °/₀ de fer et des gangues insolubles dans l'acide chlorhydrique, variant de 28.5 à 38°/₀, dans lesquelles la silice prédomine. Il a été reconnu, dans la suite, que ces résidus insolubles contiennent encore du manganèse qui a été retiré dans les analyses suivantes, en les soumettant à l'action de la chaleur en présence des carbonates alcalins ; cette opération donne lieu à la formation d'un silicate double, dans la solution aqueuse duquel on peut doser le manganèse.

Dans la suite, Ad. Firket fit procéder à de nouvelles analyses, en tenant compte du manganèse contenu dans les résidus insolubles, sur des échantillons extraits des travaux d'exploration en cours dans le comble nord de la couche principale ; les résultats détaillés de ces analyses sont consignés dans la seconde notice prémentionnée.

La teneur en manganèse a été trouvée variant de 16.75 à 21.25 °/₀ et celle en fer de 15.6 à 20.75 °/₀, la plus forte teneur en manganèse correspondant à la plus faible en fer et vice-versa. En additionnant les teneurs de ces deux métaux, on trouve, pour les cinq échantillons examinés, les teneurs totales ci-après : 36.85, 38.95, 37.30, 37.50 et 40.30 °/₀ soit une moyenne de 38 °/₀ environ.

La teneur en silice et alumine a varié comme il suit, dans les échantillon analysés : 34.50, 22.35, 36.35, 34.05 et 25.70 °/₀, soit une moyenne de 30.6 °/₀, ce qui est très élevé pour le traitement aux hauts-fourneaux.

La chaux intervient généralement pour un peu plus de 3 °/₀, associée au soufre et au phosphore.

En réalité, le minerai est un mélange d'oxydes, de carbonate et de silicate double de fer et de manganèse ; les oxydes se remarquent surtout dans les parties superficielles, par suite des altérations dues aux influences atmosphériques, ce qui donne une teinte noirâtre à la masse. En pénétrant dans la profondeur, on trouve un minerai brun foncé, dans lequel la quantité d'oxydes diminue. On rencontre le carbonate double de manganèse et de fer à l'état subcristallin dans les veinules blanc rosé, traversant la masse du minerai. D'après Ad. Firket, ce carbonate double contient le fer et le manganèse au minimum d'oxydation et serait représenté par la formule chimique : (FeO, MnO) CO^2, espèce connue en minéralogie, indifféremment sous les noms de *sidérite manganésifère* ou de *diallogite ferrifère*.

Le minerai est assez fréquemment traversé par des veinules de quartz blanc, assez épaisses ; on effectuait un scheidage du minerai pour les enlever dans la mesure du possible et enrichir ainsi la masse restante, opération d'autant plus importante industriellement, que des primes étaient accordées ou des retenues effectuées, selon que le minerai fourni aux usines contenait plus ou moins que la teneur de base, soit 16 °/₀ en manganèse.

Je retrouve, dans mes notes datant de 1889, les renseignements ci-après, relatifs à la composition du minerai scheidé, à la suite d'un assez grand nombre d'analyses de prises d'essai, effectuées sur le minerai expédié aux usines. Ces résultats présentent plus d'intérêt que les précédents, parce qu'ils sont relatifs, non à des échantillons choisis, mais au produit courant de l'exploitation :

Manganèse métallique	16	à	18	°/₀.
Fer métallique	19	à	22	°/₀.
Silice	28	à	30	°/₀.
Alumine	3	à	5	°/₀.
Chaux	2	à	4	°/₀.
Soufre	0.01	à	0.03	°/₀.
Phosphore	0.1	à	0.25	°/₀.
Matières volatiles	8	à	11	°/₀.

Je donnerai encore, dans la suite, quelques autres renseignements recueillis au sujet de la richesse en manganèse du minerai extrait de la couche principale ou provenant des travaux de recherche pratiqués dans la couche supérieure.

Description du gisement.

Il n'est plus discutable actuellement que le minerai manganésifère de la Lienne gît en couches et non en amas ou en filons.

On distingue assez nettement le toit du mur des couches ; le premier est constitué par un phyllade très régulier, très feuilleté, à grains violets, très fins ; le mur, au contraire, comprend une série de lits phylladeux et de minces couches de manganèse, le tout analogue à un quartzophyllade ; le grain du phyllade est plus grossier, les feuillets moins réguliers et plus épais.

A la suite des premières explorations, Ad. Firket concluait déjà que le gîte manganésifère nord est formé par une couche à laquelle il attribuait une puissance de $0^{m}75$, accompagnée par une série de

petites couches de même nature, alternant avec des phyllades et des quartzophyllades.

Des constatations ultérieures effectuées, il résulte que le gisement métallifère de la Lienne est constitué par un grand bassin formé par la couche principale et dont le comble sud est affecté de deux plissements sans importance ; la pente moyenne du comble nord est de 53° dans le voisinage de la rivière, c'est-à-dire vers le milieu de la longueur du bassin. En avançant vers l'Ouest, on trouve des pentes beaucoup moindres et une coupe faite à 1 500 mètres du point **A**, dans cette direction, donne une pente moyenne de 35° seulement.

Quand à la branche principale du comble sud, elle plonge vers le Sud de 65°.

Ad. Firket attribuait à la couche principale, comme il est dit plus haut, une épaisseur de $0^{m}75$ pour le lit exploitable. Comme dans tous les gisements de l'espèce, on a constaté, avec l'avancement des travaux, des variations de la composition de cette couche.

Dans des notes reccueillies pendant les premières années d'exploitation, on lit que la dite couche, exploitée de part et d'autre de la Lienne, dans son versant nord, est formée par un lit d'une puissance moyenne de $0^{m}70$; dans le mur, se trouvait une veinette inexploitable de $0^{m}30$, séparée du lit supérieur par un peu de phyllade; le manganèse contenu dans cette veinette ne dépassait pas 8 à 10 %. La figure 1 de la planche XVI indique une composition relevée à l'endroit de la rive gauche appelé « Heid Cossin »; elle a été reconnue en de nombreux autres points de la même région.

La dite composition, en deux lits, dont celui du mur inexploitable, mais séparé de celui du toit seulement par 2 à 3 centimètres de phyllade, a été relevée sur la rive droite, mais cette composition s'est modifiée par le développement des travaux vers l'Est et la couche, affectée de nombreux rejets, a diminué jusqu'à ne plus atteindre que $0^{m}40$, $0^{m}30$ et même $0^{m}20$ de puissance, c'est-à-dire dans des conditions tout à fait inexploitables. Sur la rive droite, elle ne s'est guère montrée exploitable que sur un développement d'environ 300 mètres. Sur la rive gauche, les travaux d'exploitation se sont développés sur environ 1 300 mètres et ont été arrêtés à un important dérangement qui doit provenir de la rencontre du terrain gedinnien.

Voici, à mesure de la progression des travaux vers l'Ouest, une

série de compositions relevées pour la couche en question et en montrant les variations :

Dans la galerie dite de Bierleux, au niveau de la route de la Lienne, la couche avait une puissance de 0^m70 et une pente de 45°, le lit du mur restant en place.

Plus loin, je note que la couche était épaisse de 0^m75 ; mais, dans un gradin, elle atteignait 1^m20, non-compris le lit du mur, épais de 0^m30 et qu'on n'exploitait que rarement.

Je note ensuite des puissances du lit enlevé de 0^m80 et de 0^m90 et même de 1^m50 au lieu dit « Heid Cossin », de 0^m60, 0^m65 à 0^m70 à la « Heid Julien ».

Plus tard, je note que la couche a une puissance très variable d'un gradin à l'autre d'une même taille, allant de 0^m40 à 0^m70 avec une pente de 30° à 40°. Je relève, en un autre point, une puissance de 0^m60 pour le lit du toit, séparé du lit du mur, épais de 0^m20, par une intercalation phylladeuse de 4 centimètres. Dans la partie occidentale, on relève des compositions inverses des précédentes, c'est-à-dire dans lesquelles le lit du toit est moins épais que celui du mur, respectivement 0^m30 et 0^m60 avec une intercalation phylladeuse de 0^m05 et une autre dans laquelle le lit du mur atteint 0^m70 ; le lit du toit est de qualité supérieure à celui du mur ; tous deux étaient enlevés par l'exploitation. Le teneur en minerai variait de 14 à 16 °/₀ et même davantage pour l'ensemble, avec 20 °/₀ de fer.

Les travaux en défoncement ont atteint une hauteur verticale d'environ 45 mètres, entre le Gedinnien à l'Ouest et un grand dérangement rencontré par la galerie de Bierleux. Parmi les différentes compositions relevées, je note la suivante : lit du toit 0^m35; lit du mur 0^m90 avec intercalation de phyllade dur de 0^m03; en certains endroits, les deux lits se séparent à une distance de 1 à 3 mètres, rendant inexploitable le lit du toit.

Par les renseignements qui précèdent, on constate que cette couche gît dans des conditions très variables ; elle est, en outre, affectée de nombreux dérangements : étreintes et rejets de nature à contrarier beaucoup l'exploitation ; le minerai est, de plus, d'une dureté rendant l'abatage difficile et coûteux.

Le comble sud n'a été exploré et quelque peu exploité qu'à l'est de la Lienne. Par suite d'un petit mouvement de selle et de bassin, on a reconnu trois branches de couche, dont les deux méridionales n'ont qu'une très minime importance, à moins que l'ennoyage du

petit bassin formé par ce plissement ne plonge profondément vers l'Ouest, ce qu'on ignore totalement.

Le versant nord du comble sud, qui est constitué par un dressant, avait, dans les travaux du début, une puissance de 1^m10 à 1^m40 en deux ou trois lits ; l'inférieur accusait une assez forte teneur en manganèse, se rapprochant de celle du toit de la couche du comble nord, ce qui contribuerait à identifier ces deux versants. La figure 2 de la pl. XVI renseigne une composition que j'ai relevée.

Quant à la fausse plateure, intermédiaire entre les deux dressants, la figure 3 de la pl. XVI donne une composition relevée, analogue à la précédente et surtout à la couche du comble nord.

Enfin, le dressant sud a été aussi exploré, mais seulement par simple galerie; la composition a été trouvée aussi très irrégulière; on peut lui attribuer celle figurée au croquis 4 de la planche XVI ; la teneur en manganèse y a été trouvée notablement moindre que dans le grand dressant et dans le plat nord ; cette situation a été attribuée à la grande irrégularité du gisement.

Indépendamment de cette couche principale, on a constaté l'existence d'une seconde couche, beaucoup supérieure à la précédente et qu'on a surtout explorée dans son dressant, sur la rive droite de la Lienne, notamment par une galerie de près de 200 mètres de développement ; on y a aussi pratiqué une très petite exploitation. On y a constaté une composition variable. La fig. 5 de la pl. XVI renseigne celle que j'ai relevée à l'affleurement voisin de la rivière.

Vers 60 m. de sa longueur, j'y ai mesuré une puissance de 0^m80 avec une pente vers le Sud de 42° ; le lit du mur, toit géologique, était quelque fois séparé de celui du toit, plus épais, par une faible intercalation phylladeuse. Vers la fin, la couche s'est montrée très irrégulière ; on y avait constaté, dans une passe, une puissance de 0^m95 en 2 lits sans phyllade intermédiaire, mais le banc de mur ne renfermait que 11. 5 % de manganèse, alors que celui du toit en renfermait 15. 5 %, ce qui n'était pas considéré comme suffisant pour opérer l'exploitation de la couche. Vers les deux tiers de la longueur de la galerie, j'y ai relevé la composition suivante : lit supérieur 0^m33, minerai phylladeux 0^m28 et lit inférieur 0^m14 ; ouverture 0^m75.

Une tentative d'exploitation, ci-dessus signalée, a fait recon-

naître, pour la dite couche, une épaisseur de 1m20 ; elle était sillonnée d'intercalations schisteuses et de veinules de quartz.

La conclusion à tirer des travaux de recherches effectués jusqu'à présent dans cette couche, est qu'elle est inexploitable.

Cette branche de couche a été retrouvée dans une fouille pratiquée sur la rive gauche, avec la composition indiquée à la fig. 6 de la pl. XVI.

Quant à la plateure de cette couche, elle n'a pas été retrouvée sur la rive droite, mais paraît avoir été constatée, sur la rive gauche, à l'endroit dit «Vieux Sart». On y a reconnu une couche présentant la composition de la fig. 7, pl. XVI, gisant manifestement en plateure. Sa teneur en maganèse est également trop faible pour en permettre l'exploitation, mais je ne possède aucun chiffre précis à cet égard.

A la cote 341 mètres, sur la rive droite, j'ai relevé, dans une fouille, une couche inclinée vers le Sud de 85° et qui doit être le dressant de la deuxième couche explorée, comme il est rapporté ci-dessus ; sa composition est figurée au croquis n° 8 de la pl. XVI.

Une série d'autres affleurements ont encore été constatés et figurent sur notre carte, mais la composition n'en a pas été ou n'en a pu être relevée, par suite de l'insuffisance des fouilles.

Il convient encore de signaler le passage de deux veinettes, l'une au nord de la couche inférieure et constatée dans le comble nord, dans la tranchée de la route de la Lienne, avec une épaisseur de 0m26, gisant entre deux murs, fig. 9, pl. XVI.

Enfin au sud du dressant de la couche supérieure, j'ai relevé, sur la rive droite, l'affleurement d'une seconde veinette, de composition figurée au croquis 10 pl. XVI ; cette veinette n'a pas été explorée et ne paraît d'ailleurs présenter aucune importance.

Liége, mars 1906.



Ad. Firket

ADOLPHE FIRKET,

né à Liége le 9 septembre 1837, y décédé le 19 février 1905,

sa vie, son œuvre,

PAR

H. FORIR.

Rares sont les hommes qui, par une exquise bonté, par une irréprochable loyauté, par une vie consacrée tout entière au Travail et à l'accomplissement du Devoir, ont laissé, dans l'esprit et dans le cœur de ceux qui les ont connus, un souvenir aussi ému, des regrets aussi sincères que ceux que tous conservent à **Adolphe Firket**.

Né à Liége, le 9 septembre 1837, de François Firket, modeste et honnête commerçant et d'Elisabeth Meers, notre regretté confrère apprit, dès l'enfance, la nécessité du travail et en contracta le goût.

Entré, dès 1845, à l'école primaire privée, dirigée par MM. Lenoir et Malchair, il la quitta en 1850, pour suivre les cours de l'Athénée royal de Liége où il ne tarda pas à briller ; il obtint, en 1853, le premier prix de mathématiques au concours général de l'enseignement moyen du pays et, à sa sortie de ce collège, fut récompensé de la médaille en vermeil, qui n'est accordée, chaque année, qu'à un seul élève.

En 1855, il aborda les études universitaires et là, comme dans l'enseignement primaire et moyen, il continua, chaque année, à occuper l'une des premières places. En 1860, il en sortit deuxième, porteur des diplômes d'ingénieur honoraire des Mines et d'ingénieur des Arts-et-Manufactures.

Il aborda bientôt la carrière administrative. Nommé sous-ingénieur au Corps des mines le 10 février 1861, puis successivement

ingénieur principal le 13 mars 1883, ingénieur en chef-directeur le 15 avril 1886 et inspecteur général le 18 avril 1899, il se distingua, dans ces différentes fonctions, par l'étendue de ses connaissances, par la sûreté et la promptitude de son jugement, par cet esprit d'ordre et de prévoyance, qui devaient en faire un des chefs les plus autorisés et les plus écoutés.

Il entretenait avec les industriels de la moitié du pays, ses administrés, les rapports les plus cordiaux et les plus bienveillants, aplanissant pour eux toutes les difficultés administratives, apaisant tous les conflits, tout en respectant scrupuleusement, rigoureusement même, les lois et les règlements dont l'exécution lui était confiée. Aussi tous, sans exception, lui étaient sincèrement, cordialement attachés.

Lorsque, en 1902, les fonctions de Directeur général des mines devinrent vacantes, le Gouvernement les lui offrit ; par modestie, par attachement aux siens, il déclina l'honneur d'occuper cette situation, la plus élevée du Corps auquel il appartenait.

Mais ses fonctions administratives ne suffisaient pas à absorber sa grande activité ; son goût le portait aux spéculations scientifiques, dans lesquelles il avait acquis une indiscutable notoriété ; la charge de répétiteur de minéralogie et de géologie aux Ecoles spéciales annexées à l'Université de Liége lui ayant été offerte en 1866, il l'accepta et la conserva jusqu'en 1883 ; en 1881, Gustave Dewalque ayant demandé à être déchargé du cours de Notions élémentaires de minéralogie et de géologie à la Faculté des sciences de la même Université, Adolphe Firket était tout désigné pour lui succéder et, en 1890, les Notions de géographie physique furent ajoutées au programme de son enseignement. Ici encore, il apporta les qualités qui l'avaient fait remarquer au Corps des mines : une excellente méthode, une précision remarquable, une grande simplicité dans l'exposition et, par dessus tout, une bonté, une cordialité qui lui attirèrent immédiatement la sympathie de ses élèves.

A différentes reprises, les pouvoirs publics firent appel à ses connaissances scientifiques ; il fut désigné, en 1882, pour faire partie du Comité communal d'hygiène et de salubrité publique de la division Centre et Sud de la ville de Liége et de la Commission d'enquête sur l'épidémie de fièvre typhoïde qui sévit en notre ville

en 1882-1883 ; en 1885, le Gouvernement le nomma membre de la Commission chargée de lui présenter un projet de réorganisation des services d'exécution de la Carte géologique de la Belgique à grande échelle ; en 1886, la ville de Liége lui demanda de siéger dans la Commission spéciale pour l'examen des égoûts ; enfin, en 1889, il entra dans la Commission technique chargée par l'Etat d'études relatives aux ardoises du pays et de l'Ardenne française et dans la Commission permanente des Caisses de prévoyance. Dans toutes ces réunions, il apportait la conscience scrupuleuse, le jugement droit, qui le caractérisaient.

Aussi, les récompenses publiques qui lui furent accordées à différentes reprises, ne furent-elles jamais mieux méritées. En 1873, il recevait les félicitations et les remerciements du Gouvernement; en 1875, la croix civique de deuxième classe: en 1877, celle de première classe, pour actes de courage et de dévouement ; il était nommé Chevalier de l'Ordre de Léopold en 1881 ; officier du même ordre en 1891 ; la croix civique de première classe, pour bons et loyaux services lui était accordée en 1896 et la croix spéciale de prévoyance de première classe, en juillet 1903.

Telle fut sa vie publique. Son existence privée fut exemplaire. Marié en 1864 à Mademoiselle Léonie Redouté, il en eut trois fils, dont il fit des hommes et deux filles, qui sont des épouses et des mères de famille modèles. Sa femme, ses enfants, ses petits-enfants l'adoraient, ne faisant que lui rendre, d'ailleurs, les trésors d'affection dont son cœur débordait pour eux.

Intense fut sa vie scientifique. Membre de la Société géologique de France, du Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens, de la Société royale malacologique de Belgique, de la Société royale des sciences de Liége, dont il fut élu président en 1880, de l'Association des ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége, dont il fut successivement trésorier pendant dix années, puis président de la section de Liége, de 1892 à 1895, il fut, en outre, au nombre des fondateurs de la Société géologique de Belgique.

Prenant une part active aux travaux de toutes ces associations scientifiques, c'est cependant à notre Société qu'il semble avoir consacré la meilleure partie de son temps et l'on ne peut apprécier son rôle de façon plus exacte, que ne l'a fait M. le professeur M. Lohest :

« Firket eut, à son insu, une influence considérable sur la direc-
» tion scientifique des travaux de notre Société.

» Au cours de nos séances, il savait, d'un mot juste et toujours
» bienveillant, mettre en relief le côté faible d'une argumentation.
» Ses judicieuses critiques ont été ainsi la cause de nouvelles recher-
» ches et d'observations plus complètes.

» Firket fut encore pour nous un homme de bon conseil. Nous le
» considérions comme un sage auquel notre Société avait confié la
» garde de ses coutumes, de ses traditions et le secret de sa for-
» tune.

» Nous avions recours à lui dans les moments difficiles.

» Ses avis, toujours inspirés par un esprit de conciliation et le
» désir de voir prospérer l'œuvre qu'il avait contribué à fonder,
» furent heureusement suivis.

« Et si nous avons éprouvé la satisfaction de constater la pros-
» périté toujours croissante de notre Société géologique, nous
» n'ignorons pas la part considérable de Firket dans ce résultat. »

Nommé secrétaire-bibliothécaire à l'unanimité, dès la première réunion, le 18 janvier 1874, il remplit ces fonctions ingrates avec un zèle et une conscience qui ne furent dépassés par aucun de ses successeurs, jusqu'au 17 novembre 1878, où il fut nommé trésorier par acclamations. Cette charge modeste, mais délicate, lui fut continuée jusqu'au 20 novembre 1881, date à laquelle il fut élu vice-président, pour être choisi comme président le 19 novembre 1882. A partir de ce moment, il remplit alternativement les mandats de membre du Conseil et de vice-président jusqu'au 15 novembre 1891, où il fut appelé pour la seconde fois à la présidence ; choisi ensuite comme conseiller le 27 novembre 1892, comme vice-président le 19 novembre 1893, il continua à occuper tour à tour ces deux fonctions jusqu'au 16 novembre 1902, où la première place lui fut offerte pour la troisième fois. Le 15 novembre 1903, il était encore appelé à la vice-présidence et le 20 novembre 1904, aux fonctions de membre du Conseil, qu'il remplissait encore le jour de son décès.

Pendant ce laps de temps de plus de trente-et-une années, il ne cessa donc pas de remplir des fonctions dans le Comité directeur de notre compagnie, et c'est à peine si, deux ou trois fois, il s'absenta de nos séances, quand il y était contraint par une impérieuse nécessité.

La confiance qu'il sut inspirer à ses confrères, et qui ne se démentit jamais, est, peut-être, l'hommage le plus éclatant qui ait été rendu à ses qualités morales.

Rappeler la distinction, le tact, la bienveillance dont il fit preuve pendant les trois années où il présida la Société, semblerait une superfétation à ceux qui le connaissaient.

La foule nombreuse accourue à ses funérailles, le recueillement, la tristesse empreints sur tous les visages, l'identité d'appréciation de ses qualités, l'émotion sincère qui serrait la gorge de ceux qui furent appelés à dire quelques paroles sur sa tombe, montrent mieux que l'éloge qui pourrait être fait ici, la valeur intellectuelle et morale d'Adolphe Firket.

* * *

Il reste, maintenant, à apprécier son œuvre scientifique, tout au moins en ce qui concerne les sciences géologiques. [1]

Indépendamment de travaux concernant spécialement la pratique de l'exploitation des mines et d'articles bibliographiques, dont on trouvera l'énumération dans la *Liste des publications*, annexée à cette notice, on peut dire qu'Adolphe Firket a fourni des indications intéressantes dans presque tous les domaines de la minéralogie et de la géologie.

Il a signalé l'existence de soufre dans l'argile plastique d'Andenne, en en faisant connaître le mode de formation (16) ; celle de barytine cristallisée dans le terrain houiller du charbonnage du Grand-Hornu, à Mons (22) ; celle de quartz pulvérulent (27), d'anglésite concrétionnée et de cérusite cristallisée (53) dans le gîte métallifère du Rocheux, à Oneux ; il annonça la découverte d'un minéral nouveau pour la Belgique, la Millérite, au charbonnage du Hasard, à Micheroux (32 et 39) ; celle de la chalcopyrite au charbonnage des Six-Bonniers, à Seraing (38) ; il décrivit une galène pseudomorphique de staurotide, de Bretagne (40) ; des cristaux d'arsénopyrite et des masses laminaires de galène, découverts par lui dans le quartzite devillien de Nil-St-Vincent (44) ; il mentionna la trouvaille de cristaux de quartz et de calcite au charbonnage des Sarts-Berleur, à Grâce-Berleur (54) et celle de la chalcocite dans la mine

[1] Les numéros entre parenthèses renvoient aux numéros d'ordre de la Liste des publications d'Adolphe Firket, qui termine cette notice.

de manganèse de Moët-Fontaine, à Rahier (57) ; enfin, il décrivit un certain nombre de minéraux artificiels, produits accidentellement dans l'industrie : zincite, mélilite, alliage de cuivre et d'antimoine (61) et Fayalite (67).

Le gîte ferro-manganésifère de Moët-Fontaine, à Rahier, appartenant à l'étage salmien du système **cambrien**, fit l'objet de plusieurs notices importantes de notre regretté confrère (26, 36, 41, 57) ; le premier, il montra que le manganèse s'y trouve sous forme de couches sédimentaires, interrompues par des failles minéralisées, à l'état de diallogite ferrifère dans la profondeur, de rhodochrosite vers la surface et il fit connaître la composition centésimale du minerai.

Il signala également l'existence d'un nouveau gîte d'eurite traversant le Revinien, à Spa (31).

Dans un premier travail concernant le système **dévonien**, il classe stratigraphiquement et par bandes les gîtes fossilifères de l'étage inférieur, mentionnés par Dumont (5).

Plus tard, il fait connaître que des schistes gris, fossilifères, appartenant vraisemblablement au Couvinien, existent entre Gozée et Thuilies, c'est-à-dire au nord du Givetien du bord septentrional du bassin de Dinant (9) et peu de temps après, il signale l'existence de fossiles givetiens, *Stringocephalus* et *Uncites*, dans le poudingue rouge de Fraipont, renseigné par Dumont, comme appartenant au Burnotien (18) ; enfin, il décrit la couche d'oligiste oolithique de Landenne-sur-Meuse (29).

La composition chimique des calcaires et des dolomies du Dévonien et du **Carbonifère** fait également le sujet d'une notice étendue, intéressante au point de vue documentaire (60).

Mais c'est surtout le **Houiller** qui fut l'objet des études de prédilection d'Adolphe Firket. Nombreuses sont les publications qu'il y a consacrées et certaines d'entre elles sont réellement importantes. A différentes reprises, il s'occupa, le premier, je crois, de la répartition des fossiles animaux et végétaux à des niveaux précis, dans les strates de cette formation (11, 19, 35, 47, 59) ; l'altération des schistes houillers en argile noire attira également son attention (10), de même que la situation stratigraphique de

certains horizons intéressants, comme le grès houiller d'Andenne (25), le poudingue inférieur de cet étage (28, 33), le conglomérat de sa partie moyenne (34), ceux des bassins de la Ruhr et de Saarbrück (37), les bancs calcareux intercalés dans la formation (88). Dans d'autres publications, il s'occupa de particularités remarquables de certains niveaux : minéraux (22, 32, 38, 39, 54), structure d'échantillons de houille et de schiste (30), *cannel-coal* (73), cailloux roulés provenant du toit de couches de combustible du pays et couche formée de galets de houille des Asturies (75), ou bien encore il traita de l'âge de certains dépôts de charbon (45) et de la composition de la partie inférieure de l'étage (25).

Les failles, qui causent tant de soucis aux exploitants, n'échappent évidemment pas à ses investigations, et il fournit, à plusieurs reprises, des indications à leur égard (29, 69, 74, 76).

La prolongation vers l'Ouest de nos bassins charbonniers le préoccupe également et il s'en explique dans deux travaux remarquables, basés non seulement sur la comparaison du terrain houiller en Belgique et en Angleterre, mais aussi sur celle des formations sur lesquelles il repose et sur les accidents qui l'affectent de part et d'autre (55, 56).

Mais le travail le plus important qu'il ait produit sur le sujet, travail qui est comme le couronnement de son œuvre, est sa remarquable conférence sur le mode de formation de la houille (74).

Après y avoir exposé les diverses théories émises sur l'origine des sédiments houillers et indiqué les principales objections que l'on peut faire aux vues de M. C. Grand'Eury, de M. H. Fayol et de A. Briart, il ne cache pas ses préférences pour la manière de voir du premier de ces savants, qui suppose que les bassins houillers se sont formés par transport.

Il fait connaître les raisons qui ne lui permettent pas d'accepter l'opinion de Briart, laquelle ne lui « paraît pas suffisante pour » expliquer la disposition parallèle des lits formant les couches de » houille et surtout l'arasement de leur mur ».

Il ne peut « admettre, non plus, que la majeure partie des sédi- » ments, ayant formé les roches qui séparent les couches de houille » dans le grand bassin franco-belge, soient en grande partie des » dépôts marins ».

Il n'admet pas davantage l'application de la théorie des deltas houillers de M. H. Fayol à notre grande cuvette.

Le reproche fait par M. de Lapparent à la théorie de la formation sur place, reproche consistant en ce que les énormes affaissements que suppose cette théorie auraient dû immerger la plus grande partie de l'Europe, semble l'avoir particulièrement frappé et il cherche à l'éviter, pour ce qui concerne la bande houillère s'étendant depuis la Westphalie jusqu'au Pays-de-Galles.

Selon lui, la *Grande faille*, que l'on retrouve, avec des interruptions, depuis Angleur jusqu'au sud de ce dernier pays, aurait été préparée par une fracture antérieure au dépôt du Houiller.

D'autres cassures, à pendage inverse, comme la *Faille silurienne du Champ-d'Oiseaux*, existeraient probablement au nord du long bassin et auraient une origine antérieure à la période houillère, pendant laquelle elles se seraient accentuées.

Les sédiments houillers se seraient donc déposés dans une dépression formée par l'affaissement intermittent du claveau long et étroit, limité au Nord et au Sud par ces deux sortes de failles ; cependant, l'existence hypothétique des cassures septentrionales n'est pas nécessaire à sa manière de voir, l'approfondissement de la cuvette pouvant être dû à un simple mouvement de bascule autour d'un axe septentrional, assez rapproché de celle-ci.

Une végétation florissante se serait développée sur le continent septentrional comme sur le méridional ; ses débris auraient été entraînés, en temps normal, par des cours d'eau tranquilles, vers la cuvette où ils auraient formé des couches de houille. Après chaque affaissement, un régime torrentiel se serait établi de part et d'autre de ce long bassin de dépôt, produisant un ravinement énorme des parties émergées et donnant naissance aux couches de grès, de psammite et de schiste, séparant les lits charbonneux.

La surface immergée du lac allongé aurait été en se rétrécissant de façon constante, ce qui expliquerait que, en supposant la même activité de végétation, la zone inférieure du terrain houiller où les débris végétaux se seraient accumulés sur un fond de cuvette très étendu, est moins riche en combustible que la zone supérieure où ces restes se seraient amoncelés sur un espace de plus en plus restreint.

Cette idée est certes ingénieuse et nouvelle et elle mérite d'être rappelée, malgré les nombreuses objections que l'on peut y faire.

Adolphe Firket s'est occupé aussi de la formation **crétacée** ; il y a signalé l'existence d'un gîte fossilifère nouveau (24) et a fait connaître un certain nombre de fossiles du phosphate de chaux de la Hesbaye (70).

Les gîtes **tertiaires** d'argile plastique d'Andenne ont également attiré son attention. Le premier, il a fait connaître leur origine sédimentaire, en indiquant que ces argiles, réputées jusqu'alors geysériennes, peuvent provenir de schiste houiller altéré, entraîné vers les dépressions par le ruissellement (10) et en y décelant l'existence de végétaux (13) ; enfin, il y a signalé la présence de soufre, en en expliquant la production (16).

Dans plusieurs publications, il a décrit des dépôts fossilifères de limons **quaternaires** et **modernes** des vallées de la Meuse et de l'Ourthe, en faisant remarquer l'influence considérable du ruissellement ou du glissement sur leur mode de formation (46, 62, 65, 68, 71).

Certaines particularités de **gîtes métallifères** d'origine interne sont l'objet de plusieurs notices (27, 29, 53) ; il publie une excellente traduction d'un mémoire de A. von Groddeck sur la classification des gîtes métallifères (64) et fait connaître, de façon succincte, son opinion sur l'origine des amas métallifères et d'une grotte profonde à Engis (92).

Enfin, il est l'auteur de plusieurs des comptes rendus d'excursions de la Société géologique de Belgique, à Huy et Liége (17), à Arlon et Diekirch (23) et dans l'Eifel (42) ; ce dernier est particulièrement remarquable et constitue un excellent guide géologique dans cette région.

L'un des premiers, il s'occupe scientifiquement des **applications pratiques de la géologie**. Ses cartes de la production des carrières de Belgique pour 1871 et 1878 (6, 7, 8, 50, 51), celles relatives à la production, à la consommation et à la circulation, pendant les mêmes années, des minerais de fer, de zinc, de plomb et des pyrites en Belgique (14, 15, 48, 49) ont une utilité scientifique et pratique incontestable ; il en est de même de ses rapports sur la situation de l'Industrie minérale et métallurgique de la province de Liége pendant les années 1898, 1899, 1900, 1901, 1902 et 1903

(82, 85, 87, 90, 91, 93) ; son étude sur les dégagements de grisou dans les mines et les dépressions barométriques (80), mérite une mention spéciale.

Enfin, la question des **eaux alimentaires** et des **eaux minérales** fait l'objet de trois importantes notices (58, 72, 81), dont deux fournissent des renseignements précieux sur le mode de captage de ces deux sortes d'eaux.

Si l'on ajoute à ce labeur considérable, d'autres œuvres qui ne sont pas destinées à être connues du public, telles que le rapport sur les demandes de concession du terrain houiller de la Campine, auquel il travaillait encore quelques jours avant sa mort, avec une conscience scrupuleuse et une science indiscutable, on doit convenir qu'**Adolphe Firket** a bien mérité de la patrie, de la science, de l'humanité.

Discours prononcés aux funérailles d'Adolphe Firket.

Discours de M. O. Merten,

Recteur de l'Université de Liége.

Messieurs,

La mort frappe à coups redoublés dans les rangs du corps professoral de l'Université de Liége. Hier, c'était notre ancien administrateur-inspecteur François Folie, qu'une maladie courte et imprévue enlevait à notre affection et à ses travaux scientifiques. Aujourd'hui, nous déplorons la mort presque foudroyante et non moins imprévue d'Adolphe Firket qui, à côté des hautes fonctions qu'il remplissait dans le Corps des mines, où il a fourni une très brillante carrière, a apporté, pendant une longue période, une collaboration précieuse à notre enseignement universitaire.

Après de brillantes études faites à l'Athénée et à l'Université de Liége, où il brilla toujours au premier rang, notre regretté collègue qui appartenait depuis quelques années au Corps des mines, fut appelé en 1866 à remplir les fonctions de répétiteur des cours de minéralogie et de géologie aux Ecoles spéciales annexées à l'Université de Liége. En 1881, il fut chargé, en remplacement de M. le professeur Dewalque, du cours de notions élémentaires de minéralogie et de géologie auxquelles vinrent s'ajouter, en 1890, des notions de géographie physique.

Une voix plus autorisée que la mienne vous parlera, dans un instant, de la haute valeur scientifique de notre regretté collègue et des travaux importants qu'il a publiés dans les nombreux recueils consacrés aux travaux de l'ingénieur. Je me bornerai à remplir ici le douloureux et pénible devoir de rendre un suprême hommage au dévouement dont il n'a cessé de faire preuve et aux services qu'il a rendus à notre enseignement supérieur. L'heure de la retraite allait bientôt sonner pour lui ; il ne lui a pas été donné de jouir du repos qu'il avait si bien mérité.

Adolphe Firket ne comptait que des amis. Sa nature affectueuse et bienveillante, son esprit de conciliation et de paix lui gagnait toutes les sympathies. Toutes les mains se tendaient vers lui et c'est avec une profonde émotion que l'Université adresse à notre

cher et regretté collègue un dernier et éternel adieu. Son souvenir ne périra pas dans nos cœurs. Puisse cette pensée adoucir la profonde et légitime douleur de sa famille éplorée.

Adieu, Firket, adieu !

Discours de M. L. Willem,

Ingénieur en chef-directeur des mines, à Liége.

MESSIEURS,

Le Corps des officiers des mines est cruellement éprouvé. La mort fauche impitoyablement ses rangs. Nous venons à peine de conduire à sa dernière demeure l'un de ses membres les plus distingués, M. l'ingénieur en chef-directeur Fineuse, qu'un nouveau deuil nous accable : M. l'inspecteur général Firket n'est plus. Il a succombé, foudroyé par une de ces affections subites dont la science est impuissante à conjurer les effets.

Au nom de ce Corps qui a pu apprécier ses talents, je remplis un devoir bien pénible en venant rendre à sa mémoire un dernier témoignage de sympathie, un dernier témoignage d'affection.

Doué de qualités brillantes, d'une affabilité peu commune, dévoué aux humbles, toujours prêt à accorder à ses collègues le concours de ses lumières ou l'aide de sa haute influence, se dépensant sans compter, Adolphe Firket avait d'emblée conquis les cœurs de tous ceux qui avaient le bonheur de l'approcher. On peut dire de lui qu'il a passé en faisant le bien. Tel était l'homme, Messieurs ; l'ingénieur, le fonctionnaire, tous vous l'avez connu.

Entré à l'Administration des mines le 10 février 1861, il ne tarda pas à s'y distinguer par l'étendue de ses connaissances, par la sûreté et la promptitude de son jugement, par cet esprit d'ordre et de prévoyance qui devait en faire un de nos chefs les plus autorisés.

Je ne le suivrai pas au cours de sa longue et laborieuse carrière. Il n'y compta que des succès et ne contribua pas peu à maintenir l'indépendance et le prestige de notre Corps scientifique dans toute l'étendue de son inspection générale.

Cette inspection lui fut confiée le 18 avril 1899, et vous savez, Messieurs, avec quelle distinction, quelle ampleur de vues, il remplissait ses hautes et délicates fonctions.

Le Gouvernement avait déjà reconnu ses mérites en lui décernant successivement les croix civiques de 2e et de 1e classe, pour actes de courage et de dévouement, la croix d'Officier de l'Ordre de Léopold, la croix civique de 1e classe pour les éminents services qu'il avait rendus au pays, et la croix de 1e classe de l'Ordre de prévoyance.

Il lui réservait de plus hautes récompenses, mais la modestie de son caractère, l'attachement qu'Adolphe Firket portait à une famille qu'il chérissait et dont il était chéri, lui firent décliner l'honneur de présider à nos destinées en qualité de directeur général.

Son activité dévorante,son assiduité au travail, ne lui laissaient pas de repos. Elles s'exerçaient dans toutes les branches de la science.

La fécondité de son esprit subtil se trahissait par des publications nombreuses, toutes palpitantes d'intérêt et d'actualité.

Issu de notre Ecole spéciale des mines,il ne tarda pas à y rentrer comme répétiteur d'abord, comme chargé de cours ensuite. Une voix plus autorisée que la mienne pourra vous dire les services qu'il a rendus à l'enseignement de la géologie.

Pour nous, il laisse un vide qui ne sera pas comblé. La mort nous l'a enlevé, mais son souvenir sera impérissable, il restera profondément gravé dans nos cœurs.

Puisse l'expression des regrets que nous inspire sa fin prématurée apporter quelque soulagement à la douleur d'une famille éplorée. Puisse aussi la certitude qu'il jouit aujourd'hui de la récompense due à ses vertus, être pour elle une source de suprême consolation.

Adieu, mon cher Firket, adieu !

Discours de M. A. Gravis,

Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Liége.

MESSIEURS,

Celui dont nous déplorons la perte était un ingénieur distingué, un fonctionnaire du plus grand mérite, en même temps qu'un homme de science, affable et bon. Des voix autorisées viennent de rappeler les services éminents rendus par Adolphe Firket dans le Corps des Mines. M. le Recteur a retracé la carrière universi-

taire du défunt. Il me reste à dire quelque mots de son enseignement et à exprimer, au nom de mes collègues de la Faculté des Sciences, les sentiments de regret que nous éprouvons tous.

Adolphe Firket fut, dès 1866, nommé répétiteur des cours de Minéralogie et de Géologie aux Ecoles spéciales annexées à l'Université de Liége. Quinze ans plus tard, il fut chargé, dans la Faculté des Sciences, du cours de notions élémentaires de Minéralogie et de Géologie. Pendant près de quarante ans, son dévouement à notre Université se manifesta par le soin scrupuleux qu'il mit à remplir ses fonctions, malgré les nombreux soucis de sa carrière administrative.

Les leçons de Firket réunissaient les qualités nécessaires à un enseignement élémentaire, s'adressant à des élèves de diverses catégories : elles étaient méthodiques et précises, simples et à la portée de tous.

Ses publications témoignent d'une activité qui ne s'est jamais ralentie. Beaucoup d'entre elles se rapportent à l'art de l'ingénieur ; un grand nombre d'autres traitent de questions scientifiques pures ou appliquées : gîtes fossilifères, stratigraphie des couches de houille, découverte de minerais, carte géologique, etc... Tous ses écrits reflètent la pondération de son esprit, la droiture de son jugement et la précision de ses idées. Ils seront souvent consultés avec fruit.

Nous perdons en Firket un collègue aimé pour son caractère serviable, plein de douceur et de générosité. Aussi, nos regrets sont-ils unanimes et profonds. Son souvenir restera honoré parmi nous.

Puisse l'expression de nos sentiments de vive sympathie, apporter quelque adoucissement à la douleur d'une famille éplorée.

Cher collègue, repose en paix !

Discours de M. H. Hubert,

Président de la Section de Liége de l'Association des Ingénieurs.

Messieurs,

Un mois s'est à peine écoulé depuis le jour où nous rendions les derniers hommages à notre camarade Fineuse et voilà que nous nous retrouvons de nouveau devant un cercueil, celui du chef que

ses fonctions avaient appelé à vous retracer sa carrière administrative.

Personne, à ce moment, n'eût soupçonné que la mort allait faire signe à notre ami Firket qui paraissait devoir jouir pendant de nombreuses années, dans le repos bien mérité qu'il se disposait à prendre, de l'amour des siens, de l'affection et de l'estime de tous ceux qui le connaissaient. C'est, en effet, Messieurs, je pense, un des traits les plus marquants du caractère si heureux du camarade dont nous regrettons la perte, que cette aménité constante, cette inépuisable bienveillance qui lui conciliaient toutes les sympathies et lui ont permis de parcourir une carrière que tous auraient voulu plus longue encore, sans s'être fait peut-être une seule inimitié. Ces qualités de cœur, jointes à une intelligence d'élite et à des facultés de travail remarquables, avaient donné à Firket une place spéciale dans l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége.

Aussi, lorsque la modification de ses statuts eût établi l'obligation du changement triennal de la présidence des Sections, Firket fût-il un des premiers à être appelé à celle de la Section de Liége par la confiance de ses camarades. Je ne pourrais mieux faire que de rappeler les paroles que lui adressait, à cette occasion, le président sortant en lui cédant le fauteuil : « Etant donnés », disait notre camarade H. Dechamps, « les noms que le premier scrutin avait mis
» en présence, nous pouvions attendre avec confiance l'issue de
» l'élection, car nous savions que quel que dût être le nom qui sorti-
» rait victorieux de l'urne, la Section aurait en tout cas un excellent
» président. En portant son choix sur le camarade Firket, la Sec-
» tion a voulu reconnaître ses mérites et les nombreux services
» qu'il a rendus à l'Association. »

Parmi ces services, il en était un, Messieurs, qui demande des soins et un travail considérables, sans être récompensé par l'éclat de la situation et pour lequel le dévouement à l'Association peut seul inspirer et soutenir celui qui le rend : ce sont les fonctions de trésorier que notre camarade Firket avait remplies pendant dix années consécutives.

Mais il ne s'était pas borné à ce concours administratif. Il prenait une part active aux travaux de la Section de Liége, aux discussions qu'y soulevaient les questions scientifiques et techniques

et, notamment, celle à laquelle donna lieu les réformes du programme des études de l'Ecole des mines, question pour laquelle il avait une compétence si particulière. Il aborda, du reste, souvent notre tribune et le *Mémorial du Cinquantenaire de notre Association* a dû consacrer plusieurs pages à la simple énumération des publications de Firket.

Je me bornerai à citer la remarquable étude qu'il présenta, pendant sa présidence, sur l'histoire de la formation de la houille et qui fit, de l'allocution présidentielle, une œuvre de science et d'érudition remarquable. La présidence de Firket fut, du reste, une des plus fécondes pour la Section de Liége, par l'abondance des communications et l'intérêt des discussions.

Depuis quelques années, Firket avait dû nous donner une moins grande part de son activité, réclamée par d'absorbantes fonctions administratives, par ses études de prédilection et par le rôle prééminent qu'elles lui donnèrent dans une autre Société, sympathique du reste à la nôtre, la Société géologique de Belgique, dont il fut plusieurs fois président.

Mais il ne nous abandonna cependant jamais et bien souvent nous l'avons revu à nos séances et à nos fêtes, apportant à ses camarades l'appui de ses conseils ou la cordialité de ses félicitations.

Aussi les regrets qui le suivent dans la tombe ont-ils un caractère d'unanimité et de sincérité, qui est déjà attesté par les paroles que viennent de nous faire entendre les représentants de l'Administration des mines et de l'Université de Liége.

C'est donc, Messieurs, devant une noble carrière, toute de travail et d'honneur, de bonté et de dévouement, que je m'incline en adressant, au nom de l'Association des Ingénieurs de l'Ecole de Liége, le dernier adieu à notre cher camarade Adolphe Firket.

Discours de M. Max. Lohest,

Professeur à l'Université, vice-président de la Société géologique de Belgique.

Messieurs,

Son président, M. Smeysters, étant empêché, la Société géologique de Belgique m'a prié de le remplacer à cette triste cérémonie.

Membre du Comité organisateur de 1874, auquel on doit la fon-

dation de notre Société, Firket fit sans interruption, pendant 31 ans, partie du Conseil soit comme président, vice-président, secrétaire adjoint, trésorier ou commissaire.

Il assistait régulièrement a nos réunions mensuelles, et nous avons appris sa mort au moment où nous nous attendions à le voir, comme d'habitude, entrer en séance, en s'avançant vers nous, affable, souriant, affectueux pour tous.

En homme supérieur, Firket, après l'accomplissement de ses absorbantes fonctions administratives, savait consacrer à l'étude des sciences, des heures de repos légitimement gagnées.

L'étude souvent aride des sciences minérales devenait pour lui une distraction et une récompense.

Les mémoires et notices publiés dans nos *Annales* furent nombreux et importants. Ils se répartissent dans l'entièreté du domaine des sciences minérales : la géologie, la minéralogie, l'hydrologie.

Imprégné des principes et de la méthode d'André Dumont, Firket désirait voir la géologie avancer avec prudence, se basant sur des observations précises et non sur des théories insuffisamment appuyées.

Elaborés sous l'impulsion de cette idée directrice, ses travaux scientifiques se distinguent par une grande précision dans l'observation et un jugement sain et droit dans les conclusions.

La géologie du terrain houiller fut surtout l'objet de ses préoccupations d'ingénieur et de savant. Il sut mettre au point les théories vagues et contradictoires concernant l'origine de la houille.

Mais si, par des recherches personnelles, Firket a contribué à élargir le domaine de nos connaissances, il eut, à son insu, une influence considérable sur la direction scientifique des travaux de notre Société.

Au cours de nos séances, il savait d'un mot juste et toujours bienveillant, mettre en relief le côté faible d'une argumentation. Ses judicieuses critiques ont été ainsi la cause de nouvelles recherches et d'observations plus complètes.

Firket fut encore pour nous un homme de bon conseil. Nous le considérions comme un sage auquel notre Société avait confié la garde de ses coutumes, de ses traditions et le secret de sa fortune.

Nous avions recours à lui dans les moments difficiles.

Ses avis, toujours inspirés par un esprit de conciliation et le désir de voir prospérer l'œuvre qu'il avait contribué à fonder, furent heureusement suivis.

Et si nous avons éprouvé la satisfaction de constater la prospérité toujours croissante de notre Société géologique, nous n'ignorons pas la part considérable due à Firket dans ce résultat.

Adieu, mon cher ami, tout homme désireux de se rendre compte des progrès accomplis en Belgique dans le domaine des sciences minérales, n'ignorera point ton nom ; mais nous, tes confrères, nous associerons au souvenir de tes importants travaux, celui de ta bonté, de ton affabilité et de ta bienveillance. Reçois, de notre part, un dernier témoignage d'affectueuse reconnaissance.

Discours de M. H. Lonay,

Membre de la Société royale des Sciences de Liége.

Messieurs,

Au nom de la Société royale des Sciences de Liége, je suis chargé du triste honneur de venir adresser un dernier adieu à l'homme éminent dont on vient de faire l'éloge si mérité.

En 1874, il y a plus de trente ans, Adolphe Firket se fit inscrire au nombre des membres de la Société royale des Sciences et, depuis lors, il ne cessa d'en faire partie. Il en était à l'heure actuelle un des plus anciens membres.

Il en fut élu président pour l'année 1880 ; mais, de plus en plus absorbé par ses multiples occupations, Adolphe Firket se vit forcé d'abandonner peu à peu nos séances, d'autant plus qu'une Société sœur, dont l'objet et l'activité répondaient mieux à ses aspirations scientifiques, méritait, à bon droit, de lui inspirer plus d'intérêt.

Néanmoins, la Société royale des Sciences de Liége était heureuse et fière de posséder l'homme savant, le professeur distingué et le fonctionnaire consciencieux, dont elle déplore aujourdhui la perte.

Certes, une telle séparation est d'autant plus douloureuse qu'elle est plus soudaine ; mais si cette amertume est susceptible de quelque adoucissement, c'est dans la pensée que les hautes vertus exercées ici bas trouvent leur récompense dans les régions paisibles de l'éternité !

Liste des publications d'Adolphe Firket.

1. Construction d'un envoyage au puits de Piches du charbonnage de Sacré-Madame, à Dampremy. *Bull. trim. Assoc. des Ing. sort. de l'Ec. de Liége*, 2e série. Janvier 1863, no 1, pp. 40-41.
2. Cheminée en tôle à double enveloppe. Extrait d'une description de brevet. *Ibid.*, 2e série. Avril 1863, no 2, pp. 66-67.
3. Eclairage des carrés de fosses, des gares, des rivages, etc., au moyen de l'huile de pétrole. *Ibid*, 2e série. Janvier 1864, no 1, pp. 208-212.
4. Rapport sur les appareils présentés par M. Gérard à la Section de Liége de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége. *Ibid.*, 4e série, 1869, no 4, pp. 342-347.
5. Note sur les localités fossilifères de l'Ardenne, appartenant au terrain rhénan de Dumont. *Rev. univ. des mines*, t. XXVIII, pp. 319-338, 1871.
6. Carte de la production, par commune, des carrières de la Belgique pendant l'année 1871. Echelle de 1 : 300 000. Bruxelles, Van der Maelen, 1873.
7. Carte de la production, par commune, des carrières de la Belgique. *Rev. univ. des mines*, t. XXXIII, pp. 314-315, 1873.
8. Notice sur cette carte. *Ann. des trav. publ. de Belg.*, t. XXXII, pp. 61-102, 1874.
9. Sur l'existence du schiste gris fossilifère au nord du massif anthraxifère du Condroz. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. I, pp. XXXVII-XXXVIII, 15 février 1874.
10. Transformation sur place du schiste houiller en argile plastique. *Ibid.*, pp. 60-64, 21 juin 1874.
11. Sur de nouveaux fossiles du système houiller. *Ibid.*, pp LXXVI-LXXVII, 19 juillet 1874.
12. Lithologie du fond des mers, par M. Delesse. *Ibid.*, *Bibl.*, pp. 15-22, 19 juillet 1874.
13. Sur des fossiles végétaux de l'argile plastique d'Andenne. *Ibid.*, t. II, pp. XLVIII-XLIX, 20 décembre 1874.
14. Carte de la production, de la consommation et de la circulation des minerais de fer, de zinc, de plomb et des pyrites en Belgique, pendant l'année 1871. Echelle de 1 : 300 000. Bruxelles, Van der Maelen et Mertens, 1874.

15. Notice sur cette carte. *Ann. des trav. publ. de Belg.*, t. XXXIV, pp. 399-438, 1876

16. Note sur le soufre natif de l'argile plastique d'Andenne, en collaboration avec L. GILLET. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. II, pp. 178-182, 16 mai 1875.

17. Procès-verbaux de la réunion extraordinaire tenue à Huy et à Liége du 19 au 22 septembre 1875. *Ibid.*, pp. CIII-CLXIV, 19-22 septembre 1875.

18. Fossiles du poudingue de Burnot proprement dit ; âge de cette assise. *Ibid.*, pp. CXXIV-CXXVIII, 19 septembre 1875.

19. *Modiola* du schiste houiller d'Angleur. *Ibid.*, pp. CLXII-CLXIII, 22 septembre 1875.

20. Notice sur l'indicateur de niveau d'eau avec sifflet d'alarme, de M. A. Gerkinet-Ledent. *Annuaire Ass. des Ing. sort. de l'Ec. de Liége*, 2e sér., t. VI, pp. 86-88, 147, 7 mai 1876.

21. Capacité pour l'eau des vides dus à l'exploitation houillère. *Ibid.*, pp. 173-177, 25 juin 1876.

22. Barytine cristallisée provenant du système houiller. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IV, p. CXVI, 15 juillet 1877.

23. Procès-verbaux de la réunion extraordinaire tenue à Arlon et à Diekirch du 1er au 4 septembre 1877. *Ibid.*, t. IV, pp. CXVIII-CXXXVI, 1er-4 septembre 1877.

24. Note sur un nouveau gîte de fossiles crétacés à Hollogne-aux-Pierres. *Ibid.*, t. V, pp. LXXVIII-LXXIX, 17 février 1878.

25. Sur la position stratigraphique du grès houiller de la station d'Andenne et sur la constitution de la partie inférieure du système houiller à Seilles. *Ibid.*, pp. LXXXI-LXXXII, 17 févr. 1878.

26. Notice sur le gîte ferro-manganésifère de Moët-Fontaine (Rahier). *Ibid.*, pp. 33-41, 17 mars 1878.

27. Sur une variété de quartz pulvérulent. *Ibid.*, pp. XC-XCI, 17 mars 1878.

28. Sur la position stratigraphique du poudingue houiller dans la partie ouest de la province de Liége. *Ibid.*, pp. 42-47, 28 avril 1878.

29. Etude sur les gîtes métallifères de la mine de Landenne et sur la faille silurienne du Champ-d'Oiseaux. *Bull. Acad. r. de Belg.*, 2e sér., t. XLV, pp. 618-645, 7 mai 1878.

30. Structure de quelques échantillons de houille et de schiste houiller. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. V, p. CXII, 19 mai 1878.

31. Nouveau gîte d'eurite à la promenade de Sept-Heures, à Spa. *Ibid.*, pp. CXIII-CXIV, 19 mai 1878.
32. Découverte de la Millérite (Haarkies) au charbonnage du Hasard, à Micheroux. *Ibid.*, pp. CXX-CXXI, 16 juin 1878.
33. Sur la position stratigraphique du poudingue houiller d'Amay. *Ibid.*, pp. CXXI-CXXIII, 16 juin 1878.
34. Conglomérat de la partie moyenne du système houiller du bassin de Liége. *Ibid.*, pp. CXXXIX-CXL, 21 juillet 1878.
35. Sur quelques fossiles animaux du système houiller du bassin de Liége. *Ibid.*, t. VI, pp XCIV-XCVIII, 16 mars 1879.
36. A propos de la rhodochrosite du gîte ferro-manganésifère de Moët-Fontaine (Rahier). *Ibid.*, p. CXXVII, 18 mai 1879.
37. Conglomérats houillers des bassins de la Ruhr et de Saarbrück. *Ibid.*, pp. CXXVII-CXXVIII, 18 mai 1879.
38. Découverte de la chalcopyrite au charbonnnage des Six-Bonniers, à Seraing. *Ibid.*, p. CXXXIX, 15 juin 1879.
39. Sur la Millérite (Haarkies) du charbonnage du Hasard, à Micheroux. *Ibid.*, p. CLII, 27 juillet 1879.
40. Sur une variété de galène pseudomorphique. *Ibid.*, pp. CLII-CLIII, 27 juillet 1879.
41. Remarques sur la composition du minerai ferro-manganésifère de Moët-Fontaine (Rahier). *Ibid.*, pp. CLIII-CLVI, 27 juillet 1879.
42. Compte-rendu de la réunion extraordinaire tenue dans l'Eifel du 31 août au 4 septembre 1879. *Ibid.*, pp. CLXI-CCVII, 31 août-4 septembre 1879.
43. Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, à l'échelle de 1:500 000, par M. G. DEWALQUE. *Rev. univ. des mines*, 2e sér., t. VI, pp. 267-271, octobre 1879.
44. Sur la présence du mispickel (arsénopyrite) et de la galène à Nil-St-Vincent. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. VII, pp. LIII-LV, 16 novembre 1879.
45. Note sur le gîte de combustible minéral du Rocheux, à Theux. *Ibid.*, pp. LXII-LXVII, 18 janvier 1880.
46. Limon fossilifère quaternaire dans la vallée de la Meuse. *Ibid.*, t. VIII, pp. CXVIII-CXXII, 15 mai 1881.
47. Documents pour l'étude de la répartition stratigraphique des végétaux houillers de la Belgique. *Ibid.*, pp. CXXVII-CXXXV, 19 juin 1881.

48. Carte de la production, de la circulation, de la consommation des minerais et de la production des métaux en Belgique, pendant l'année 1878. Echelle de 1:320 000. Bruxelles, Institut cartographique militaire, 1881.
49. Notice sur cette carte *Ann. des trav. publ. de Belg.*, t. XXXIX, pp. 171-222, 1881.
50. Carte de la production, par commune, des carrières de la Belgique en 1878. Echelle de 1:320 000. Bruxelles, Institut cartographique militaire, 1881.
51. Note sur cette carte. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IX, pp. LXIII-LXVI, 20 novembre 1881.
52. La construction des coupes géologiques, par H. Martyn CHANCE. Traduction annotée. *Rev. univ. des mines*, 2e sér., t. X, pp. 576-583, pl. XIX, 1881.
53. Note sur un échantillon d'anglésite et sur des cristaux de cérusite. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IX, pp. XCVII-XCVIII, 15 janvier 1882.
54. Sur des cristaux de quartz et de calcite de l'étage houiller. *Ibid.*, pp. CXLVII-CXLIX, 16 juillet 1882.
55. Examen des études sur l'existence possible de la houille aux environs de Londres. *Rev. univ. des mines*, 2e sér., t. XII, pp. 457-474, 1882.
56. Sur l'extention, en Angleterre, du bassin houiller franco-belge. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. X, pp. XCIII-XCV, 18 février 1883.
57. Découverte de la chalcocite à Moët-Fontaine (Rahier). *Ibid.*, pp. XCVII-XCIX, 18 février 1883.
58. Nappes d'eau souterraines de la vallée de la Meuse à Liége et aux environs. *Rapport de la commission d'enquête sur l'épidémie de fièvre typhoïde de 1882-1883.* Liége, G. Thiriart, 20 p., 23 mai 1883.
59. Documents pour l'étude de la répartition stratigraphique des végétaux houillers de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XI, pp. XCIX-CI, 17 février 1884.
60. Composition chimique de quelques calcaires et de quelques dolomies des terrains anciens de la Belgique. *Ibid.*, pp. 221-246, 16 mars 1884.
61. Sur quelques minéraux artificiels pyrogénés. *Ibid.*, t. XII, *Bull.*, pp. 191-196, 19 juillet 1885.

10 AVRIL 1906.

62. Masse de fonte partiellement décarburée, rencontrée dans le sol à Liége. *Ibid.*, pp. 197-199, 19 juillet 1885.
63. Compte rendu sommaire de la troisième session du Congrès géologique international, tenu à Berlin en 1885. *Rev. univ. des mines*, 2e sér., t. XVIII, pp. 438-444, 1885.
64. Remarques sur la classification des gîtes métallifères, par A. von Groddeck. Traduction. *Ibid.*, t. XIX, pp. 251-272, 1886.
65. Observations relatives au limon fossilifère trouvé au Laveu (Liége). *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIII, pp. LX-LXI, 17 janvier 1886.
66. Remarques au sujet de l'observation de la déclinaison magnétique à Bruxelles. *Ibid.*, t. XIV, pp. CXXII-CXXIV, 20 mars 1887.
67. Minéraux artificiels pyrogénés. Fayalite. *Ibid.*, pp. 196-203, 17 juillet 1887.
68. Alluvions modernes de la vallée de la Meuse, à Liége. *Ibid.*, pp. CLXXIV-CLXXXI, 17 juillet 1887.
69. Observations présentées à la suite de la communication de M. Max. Lohest sur les failles de l'étage houiller. *Ibid.*, t. XVII, pp. 161-170, 16 février 1890.
70. Fossiles des gîtes de phosphorite de la Hesbaye. *Ibid.*, pp. XLIV-XLVI, 16 mars 1890; pp. LXXVIII-LXXIX, 20 juillet 1890.
71. Sur l'âge et l'origine d'un limon récent de la vallée de l'Ourthe. *Ibid.*, pp. XLVI-XLVIII, 16 mars 1890.
72. L'eau minérale et le captage de Harre. *Ibid.*, t. XX, pp. 7-41, pl. I, II, 27 novembre 1892.
73. Sur quelques roches combustibles belges, assimilées ou assimilables au *cannel-coal* anglais. *Ibid.*, pp. 107-110, 16 juillet 1893 (1).
74. L'origine et le mode de formation de la houille. *Rev. univ. des mines*, 3e sér., t. XXVI, pp. 1-56, 5 novembre-10 décembre 1893 (2).
75. Présentation de cailloux provenant du toit de la couche Crusny, du puits du Plancher du charbonnage de l'Espérance, à Montegnée et d'échantillons d'une couche de Turon (Asturies), formée de galets de houille. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXI, pp. LXVI-LXXI, 18 février 1894 ; pp. LXXXVIII-LXXXIX, 18 mars 1894.

(1) Une traduction de ce travail a été publiée dans *The Collery Guardian*, 1893.
(2) Une traduction de ce travail a été publiée dans *The Collery Guardian*, 1894.

76. Dolomie rencontrée au sud de la faille eifélienne au charbonnage du Val-Benoît. *Ibid.*, t. XXII, pp. XXXIII-XXXIV, 18 décembre 1894.
77. Charbonnage de Marihaye. Creusement des bacnures à la bosseyeuse, sans explosifs. *Ann. des mines de Belg.*, t. II, pp. 750-751, 2ᵉ sem. 1896 ; t III, pp. 254-258, 1ᵉʳ sem. 1897 ; t. IV, pp. 182-185, 2ᵉ sem. 1897.
78. Charbonnage du Horloz. Remplacement d'un guidonnage en fer sans interruption de l'extraction. *Ibid.*, t. IV, p. 186, 2ᵉ sem. 1897.
79. Charbonnage de Kessales-Artistes. Puits du Xhorré. Installation d'un ventilateur. *Ibid.*, pp. 359-360, 2ᵉ sem. 1898.
80. Les dégagements de grisou dans les mines et les dépressions barométriques. *Compte rendu du Vᵉ Congr. d'hydrol. médic., de climatol. et de géol.* Liége, pp. 159-165, 30 sept. 1898.
81. De quelques précautions à prendre dans le captage des eaux minérales et de leur application à la source minérale de Harre. *Ibid.*, pp. 316-322, 26 sept. 1898.
82. Détermination de la température moyenne quotidienne de l'air. *Ibid.*, pp. 418-421, 28 sept. 1898.
83. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1898. Liége, A. Miot, 52 pages, 1 tableau, juillet 1899.
84. Examen de la situation des salaires dans l'industrie houillère. Mémoire présenté aux sections charbonnières des Conseils de l'industrie et du travail de la province de Liége. *Revue du travail*, IVᵉ année, pp. 794-799, juillet 1899.
85. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1899. Liége, G Thiriart, 56 pages, 1 tableau, juillet 1900.
86. Usines à zinc, plomb et argent de la Belgique. Etude sur leurs conditions de salubrité intérieure. *Ann. des mines de Belg.*, t. VI, pp. 21-63 et 205-236, 1 pl., 1ᵉʳ sem. 1901.
87. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1900. Liége, G. Thiriart, 58 pages, 1 tableau, juin 1901.
88. Banc calcareux sous la couche Petite-Moisa, au charbonnage de La Haye, à Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVIII, p. B289, 16 juin 1901.

89. Rapport sur la note de M. G. DEWALQUE. La fondation de la Société géologique de Belgique. *Ibid.*, t. XXIX, pp. B120-121, 16 février 1902.
90. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1901. Liége, G. Thiriart, 55 pages, 1 tableau, juillet 1902.
91. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1902. Liége, G. Thiriart, 61 pages, 1 tableau, juillet 1903.
92. Considérations relatives à l'origine des amas métallifères de la mine d'Engis et de la grotte profonde du gîte du Dos, à Engis. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, pp. B60-61, 20 décembre 1903.
93. Rapport sur la situation de l'industrie minérale et métallurgique dans la province de Liége, pendant l'année 1903. Liége, G. Thiriart, 64 pages, 1 tableau, juin 1904.

---

12 AVRIL 1906.

MÉMOIRES

Quelques observations sur les champs diamantifères de Kimberley,

PAR

H. BUTTGENBACH [1].

Dans la séance du 19 juin 1904, j'ai entretenu la Société géologique d'une visite que j'avais faite, peu auparavant, aux gisements de diamants de Kimberley et j'ai, notamment, attiré l'attention sur le peu de concordance qui existe, chez les auteurs, dans la description de la roche diamantifère, ainsi que sur le peu de renseignements précis que l'on possède relativement aux divers terrains traversés par les nombreux et importants travaux de la société exploitante. Grâce à l'obligeance de M. A. Williams, acting-manager de la *De Beers consolidated Mines* et de M. Brigham, ingénieur-géomètre en chef à la même société, j'ai rapporté de là-bas une série d'échantillons provenant, soit de la roche diamantifère, soit des terrains encaissants. Pendant ces derniers mois, j'en ai fait l'examen microscopique, et c'est le résultat de cette étude que je désire exposer rapidement.

Je crois bon de résumer d'abord les faits généraux concernant la géologie de ces intéressants gisements. Quoique la description des gîtes de Kimberley se trouve dans de nombreux auteurs et, notamment, dans l'ouvrage bien connu de M. de Launay [2], j'ai cru bon de publier ici mes quelques observations, parce que, depuis que ces ouvrages ont paru, les travaux effectués ont été descendus à de plus grandes profondeurs et qu'il en résulte une connaissance plus complète du gisement.

Les terrains de la région diamantifère appartiennent à la formation permo-triasique dite du *Karoo* et composée surtout de schistes, de grès, de quartzites, anciens sédiments lacustres dépo-

(1) Communication présentée à la séance du 20 novembre 1904.

(2) L. DE LAUNAY. Les diamants du Cap. Paris, Baudry et Cie, 1897.

sés à la suite d'une émersion du continent sud-africain, datant de la fin du Carbonifère. Ces diverses couches comprennent, d'ailleurs, des intercalations de roches éruptives interstratifiées, dont nous décrirons plus loin quelques-unes.

Recoupant ces divers terrains horizontaux et s'enfonçant verticalement dans le sol, on trouve, entre la Hart-River (West-Griqualand), Kimberley et Jagersfontein (Orange), une série de colonnes éruptives, à section elliptique, qui viennent s'épancher à la surface du sol « comme des têtes de boulons sur une plaque de tôle (1) ». Ces colonnes éruptives ou, suivant l'expression adoptée, ces *cheminées*, sont composées d'une roche très altérée et jaunâtre à la surface (*yellow ground*), bréchiforme, verdâtre ou bleuâtre en profondeur (*blue ground*). Quelques-unes de ces cheminées contiennent des diamants à une teneur moyenne de un carat par *load* (1 245 m³).

La découverte, en décembre 1870, de ces gisements, qui constituaient un type tout nouveau, amena, dans ces tristes et misérables contrées, le flot d'aventuriers qui, se précipitant par milliers sur les trois seules cheminées alors connues, se mirent à les affouiller et y creusèrent ces formidables excavations qui, encore aujourd'hui, étonnent et stupéfient le visiteur. Les difficultés, inévitables dans un tel genre d'exploitation, devaient fatalement amener la formation de sociétés assez nombreuses, qui se soudèrent petit à petit, jusqu'à ce que les habiles négociations de Cecil Rhodes eussent réuni, en 1889, toutes les compagnies sous la direction de la De Beers (2). Pendant ce temps, les travaux s'effectuaient logiquement à l'aide de puits verticaux, descendus dans les terrains encaissants du Karoo, parallèlement à la cheminée que l'on va ensuite retrouver, à différents étages, par de larges galeries horizontales.

Les cheminées actuellement exploitées sont :

Kimberley, où l'on a atteint la profondeur de 800 mètres ;

De Beers, exploitée à près de 500 mètres ;

(1) DE LAUNAY. *Loc. cit.*

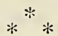
(2) A part la cheminée de Jagersfontein, qui contient des diamants d'autre valeur et où l'on a trouvé le plus gros que l'on connaisse (*Excelsior* : 971 carats), la De Beers possède toutes les cheminées de l'Afrique du Sud et détient, d'ailleurs, le marché du diamant dans le monde.

Bultfontein, reprise dans ces derniers temps et où l'on est descendu à 200 mètres ;

Dutoitspan, abandonnée pendant longtemps, pour éviter une surproduction et où l'on travaille actuellement à 240 mètres ;

Wesselton ou *Premier*, travaillée à ciel ouvert.

Les sections horizontales de ces cheminées ont un surface variant de 7 à 15 hectares. Le contact entre la roche diamantifère et les couches encaissantes est toujours très net et, paraît-il, ces couches horizontales sont légèrement infléchies vers le haut, sur le contour immédiat de la colonne éruptive.



Je vais maintenant décrire les divers échantillons que j'ai rapportés de Kimberley. J'emploierai les dénominations proposées par le Comité français de la Commission de pétrographie du VIIIe Congrès géologique international.

Echantillon n° 3.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 37m.00.

Roche noirâtre, où la loupe laisse distinguer des cristaux très allongés de feldspaths, dans une pâte parfois vitreuse. Au microscope, on observe une texture nettement ophitique : la roche est formée de cristaux allongés de feldspath anorthose, disséminés au milieu de grands cristaux de pyroxène augite, le tout étant entouré de serpentine provenant de la décomposition de péridot dont quelques cristaux s'observent encore çà et là. La magnétite n'est pas rare.

Cette roche constitue un bon type de *dolérite anorthique à olivine* [1]. Dans tous les rapports officiels de la De Beers, elle est renseignée comme *basalte grossier*, nom qui doit être absolument rejeté.

[1] Dolérites = roches holocristallines, à structure ophitique, constituées par des feldspaths calco-sodiques et du pyroxène, avec ou sans amphibole et olivine (F. Lœwinson-Lessing. Lexique pétrographique. *Comptes rendus de la VIIIe session, en France, du Congrès géologique international*, 2e fasc. Paris, 1901, p. 1075).

Echantillon n° 8.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 49m.30.

Schistes noirs, très charbonneux, renfermant, dans certains lits, de très abondants grains de pyrite (1).

Echantillon n° 10.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 112m.00.

Conglomérat de cailloux arrondis de grès, de quartzites, de schistes, souvent noirs. Ce conglomérat forme la base des schistes précédents et a une épaisseur variant de 1 à 4 mètres. Dans les rapports de la De Beers, il est indiqué comme conglomérat glaciaire, mais je n'ai pu savoir les raisons de cette dénomination.

Echantillon n° 11.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 137m.40.

Quartzite excessivement dur, formé de grains de quartz vitreux, grisâtre.

Echantillon n° 12.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 147m.10.

Roche verdâtre, tendre, serpentineuse, où, à la loupe, on ne distingue aucun élément. Au microscope, à un grossissement de 300 diamètres, on découvre une grande quantité de feldspaths en voie d'altération, ainsi que des cristaux d'un pyroxène que je rapporte à l'augite. Le fer titané est disséminé dans toute la roche. La serpentine et la calcite y abondent également.

Cette roche est, très probablement, le résultat de la décomposition d'une *dolérite*.

Echantillons nos 16 et 18.

Puits Dutoitspan. — Profondeurs : 228m.00 et 235m.00.

Roches grises, assez dures, contenant de très nombreuses amygdales noires à la surface, souvent opalescentes à l'intérieur.

(1) On a cru, pendant longtemps, que les diamants de la roche de Kimberley provenaient de la cristallisation du carbone de ces schistes, si bien que, des sondages ayant traversé complètement ces terrains, on ne le fit pas connaître immédiatement, de peur de voir dépréciées les actions de la mine. (Voir, notamment, DE LAUNAY. *Loc. cit.*).

Ces amygdales sont formées de quartz ; au microscope, on voit que ce quartz se compose d'une agglomération de cristaux dont l'orientation est généralement peu différente de l'un à l'autre, car, entre les nicols croisés, les plages d'une même amygdale montrent des teintes de polarisation très rapprochées les unes des autres. La partie externe de l'amygdale est formée de calcédoine dont les fibres, à extinction positive, sont perpendiculaires à la surface externe. Les sphérolites à croix noire ne sont pas rares. Souvent, on voit la transition entre les plages assez larges de quartz interne et les fibres de calcédoine externe, en passant par de très petites plages de quartz, alignées comme les fibres de calcédoine et les continuant vers les plus grands cristaux de quartz du centre de l'amygdale.

A l'échantillon n° 18, est attaché un gros morceau de quartz blanc, entouré de calcédoine rose et qui n'est certainement aussi qu'une des amygdales précédentes, de plus grandes dimensions.

Le reste de la roche est formé d'une pâte incolore, englobant de grands cristaux de feldspaths presque entièrement décomposés. La pâte est microlitique. En lumière naturelle, elle a une couleur un peu brunâtre, sur laquelle tranchent de nombreux microlites incolores qui n'ont jamais plus de 1/2 millimètre de longueur ; en lumière polarisée parallèle, la pâte, qui prend des teintes de polarisation très peu élevées, se divise en une série de plages qui s'éteignent nettement sous des azimuths différant de l'une à l'autre. Les microlites sont principalement formés d'oligoclase et d'augite.

En me basant sur ces observations, ainsi que sur l'étude de la roche suivante, qui a été recueillie à une profondeur intermédiaire, je crois que ces deux échantillons proviennent d'une *andésite amygdaloïdale* très altérée ([1]).

Echantillon n° 17.

Puits Dutoitspan. — Profondeur : 231m.00.

Cette roche n'est pas amygdaloïdale ; elle se montre, au microscope, formée de feldspath oligoclase, englobé dans une pâte grenue

([1]) Andésites = roches à structure microlitique, composées de feldspaths calco-sodiques, avec ou sans micas, amphiboles, pyroxènes ou olivines (*Loc. cit.*, p. 1022).

de quartz, de microlites de feldspaths et de mica magnésien en faible quantité. Le quartz forme souvent des traînées serpentant dans la roche et dont l'aspect, entre nicols croisés, ressemble fort à celui de la partie interne des amygdales des deux échantillons précédents.

J'appelle cette roche *andésite à mica noir* (¹).

Echantillon n° 24.

Puits De Beers. — Profondeur : 438m.00.

Echantillon n° 27.

Puits De Beers. — Profondeur : 474m.00.

Echantillon n° 28.

Puits De Beers. — Profondeur : 498m.50.

Echantillon n° 37.

Puits Kimberley. — Profondeur : 462m.00.

Echantillon n° 41.

Puits Kimberley. — Profondeur : 656m.00.

Roches verdâtres ou grisâtres, dans lesquelles se voient du quartz vitreux, en grains souvent assez gros, des cristaux de feldspaths et des lamelles de calcite. Les minéraux sont disséminés dans une pâte où l'examen macroscopique ne donne aucune indication.

Le microscope montre que cette pâte est formée de microlites de feldspaths qui doivent être rapportés à l'andésine et à l'oligoclase, de petits cristaux de quartz et de nombreux grains d'ilménite, le tout entouré d'une substance d'altération, verdâtre en lumière naturelle. La préparation montre aussi de grandes plages de quartz, découpées dans les grains déjà visibles à l'œil nu sur l'échantillon, des plages de feldspath orthose et de calcite. La calcite remplace très souvent les grands cristaux d'orthose.

Cette roche est, évidemment, un *porphyre quartzifère* (²), les

(¹) Andésites = roches à structure microlitique, composées de feldspaths calco-sodiques, avec ou sans micas, amphiboles, pyroxènes ou olivines (*Loc. cit.*, p. 1022).

(²) Porphyre quartzifère = nom général se rapportant à tous les types des roches porphyriques renfermant des phénocristaux de quartz et d'orthose (*Loc. cit.*, p. 1228).

grands cristaux de feldspaths et de quartz étant disséminés dans une sorte d'*andésite quartzifère.*

Echantillon n° 35.

Puits Kimberley. — Profondeur : 364^{m}.80.

Schiste noir.

Echantillon n° 44.

Puits Kimberley. — Profondeur : 760^{m}.00.

Quartzophyllade noir.

* * *

Quelle est la succession générale des terrains traversés ?

Les échantillons que je viens de décrire ont été recueillis à des profondeurs diverses, dans les trois puits Kimberley, De Beers et Dutoitspan; mais j'ignore si, entre les points ainsi fixés, il n'existe pas d'autres couches dont je n'ai pas reçu les spécimens; je ne le crois pas, cependant. Je ne connais pas, en tout cas, les épaisseurs suivant lesquelles se rencontrent les roches décrites.

D'autre part, dans l'ouvrage cité plus haut, M. de Launay donne les coupes des puits Kimberley et De Beers, depuis la surface jusqu'à la profondeur atteinte à l'époque où il visita ces mines et il décrit ainsi la succession des couches, de haut en bas :

(1) débris et sables ;
(2) diabase à olivine ;
(3) schistes charbonneux ;
(4) conglomérat ;
(5) diabase ophitique ;
(6) quartzite.

La *diabase à olivine* (2) est identique à la *dolérite anorthique à olivine* que j'ai citée plus haut et qui est faussement appelée *basalte* dans les rapports de la De Beers.

Je crois aussi, quoique la description donnée par le savant français de la *diabase ophitique* (5) s'éloigne, en certains points, de mon *andésite amygdaloïdale*, que ces deux roches peuvent cependant être rapprochées : ce sont toutes deux des roches amygdaloïdales, dont l'état d'altération ne peut permettre une identification com-

plète, d'autant plus qu'elles ont été prélevées dans des puits distants de plus de trois kilomètres.

En me basant sur ces faits, je réunis dans le tableau suivant toutes les observations relevées dans les trois puits, soit par M. de Launay, soit par moi-même, et ce tableau me semble présenter ainsi la coupe complète des terrains traversés, depuis la surface jusqu'à la profondeur atteinte de 800 mètres. J'y ai désigné par la lettre (L) les observations de M. de Launay, tandis que les

	Puits Kimberley	Puits De Beers	Puits Dutoitspan
Dolérite anorthique, à olivine	(L) de 11^{m}.60 à 28^{m}.60	(L) de 0^{m}.60 à 21^{m}.60	(**3**) à 37^{m}.00
Schistes noirs, charbonneux	(L) de 28^{m}.60 à 108^{m}.40	(L) de 21^{m}.60 à 92^{m}.60	(**8**) à 49^{m}.30
Conglomérat	(L) de 108^{m}.40 à 111^{m}.90		(**10**) à 112^{m}.00
Quartzites			(**11**) à 137^{m}.40
Dolérite altérée			(**12**) à 147^{m}.10
Andésite amygdaloïdale, à mica noir	(L) de 111^{m}.90 à 245^{m}.90	(L) de 92^{m}.60 à 224^{m}.60	(**16**) à 228^{m}.00 (**17**) à 231^{m}.00 (**18**) à 235^{m}.00
Quartzites avec intercalation de schistes noirs	(L) de 245^{m}.90 à 456^{m}.00 . . . . (**35**) à 364^{m}.80	(L) de 224^{m}.60 à 364^{m}.00	
Porphyre quartzifère	(**37**) à 462^{m}.00 (**41**) à 656^{m}.00	(**24**) à 438^{m}.00 (**27**) à 474^{m}.00 (**28**) à 498^{m}.50	
Quartzophyllades	(**44**) à 760^{m}.00		

chiffres en caractères gras (**3**) se rapportent aux numéros des échantillons que j'ai décrits plus haut. Je fais abstraction des débris et sables, qui forment directement la surface du sol, ainsi que de la différence des niveaux d'orifice des puits, différence qui est d'ailleurs faible.

On voit que, dans le puits Dutoitspan, il y a, entre le conglomérat et l'andésite amygdaloïdale, un quartzite et une dolérite que M. de Launay ne renseigne pas dans les puits Kimberley et De Beers. Peut-être ces couches n'ont-elles pas été renseignées à M. de Launay lors de sa visite aux gisements diamantifères. Peut-être aussi n'existent-elles réellement pas dans ces deux puits qui, assez rapprochés l'un de l'autre, sont, au contraire, assez éloignés du puits Dutoitspan.

* * *

Se basant sur la présence, dans la roche diamantifère de la cheminée, de blocs arrachés aux terrains encaissants et trouvés toujours à un niveau supérieur à celui des mêmes terrains en place, M. de Launay a, dans l'ouvrage cité [1], émis l'idée que le soubassement granitique de la région pourrait se rencontrer à 600 mètres environ de profondeur ; en effet, il a trouvé, au niveau alors exploité de 450 mètres, des fragments assez nombreux de granite et de granulite. Les travaux actuels, qui, jusque 800 mètres, ont encore traversé des roches très diverses et sont arrivés dans des quartzophyllades, ont infirmé ces prévisions et nous croyons, en un sens, la chose heureuse quant à l'avenir industriel de ces mines, car, contrairement à ce que suppose le même auteur, nous ne sommes pas du tout persuadé que la colonne diamantifère doive se continuer identiquement au travers du granite, parce qu'elle est restée identique au travers des diverses roches du Karoo ; nous préférons voir ces terrains du Karoo se continuer à une profondeur plus grande que celle que nos moyens industriels permettront d'atteindre ; s'ils faisaient place, au contraire, au soubassement archéen, nous n'avons pas de raison de croire à une continuité analogue du gîte et nous pouvons craindre un changement défavorable.

(1) L. de Launay. *Loc. cit.*, p. 121.

***

Il me reste à parler de la roche diamantifère elle-même, qui a été si souvent décrite et de tant de façons différentes, ce qui provient de ce que cette roche de la cheminée contient très souvent, comme je l'ai dit plus haut, des fragments et des blocs provenant des terrains encaissants et qui, trouvés dans la colonne éruptive, ont pu être admis comme étant le minerai lui-même.

Pour ne pas tomber dans la même erreur, j'ai demandé, lorsque j'étais sur les lieux, que l'on me choisisse des échantillons provenant de la roche certainement diamantifère et je crois que les précautions ont été bien prises à ce sujet, car l'examen microscopique de mes échantillons me met complètement d'accord avec M. de Launay qui a également étudié ces gîtes *de visu* et qui a certainement pris des précautions analogues. Cela me dispensera même de trop m'étendre sur ce point.

J'ai examiné au microscope plusieurs préparations provenant de :

Echantillon n° 49.

Mine Bultfontein. — Profondeur : 60m.80.

Echantillon n° 31.

Mine de Beers. — Profondeur : 91m.20.

Echantillon n° 32.

Mine de Beers. — Profondeur : 452m.90.

Echantillon n° 48.

Mine Kimberley. — Profondeur : 766m.10.

La roche diamantifère est bleuâtre, parsemée de taches verdâtres (chrysotile), ou jaunâtres (serpentine), renfermant du grenat rouge (pyrope), en très grande quantité, de la calcite et du mica noir [1].

Dans les préparations microscopiques, on observe, en très grande abondance, une substance brunâtre, que l'analyse chimique a fait rapporter à la *bronzite*; on trouve aussi une substance verdâtre, disséminée un peu au hasard dans toute la roche et qui est une *chlorite*; cette pâte renferme, çà et là, des restes de cristaux

[1] Ce mica est franchement uniaxe.

d'*augite* et de *péridot*; on remarque également beaucoup de *serpentine* formant des noyaux dispersés sans ordre, mais qui sont les restes de plages de péridot altéré; il n'est pas rare, d'ailleurs, de retrouver des cristaux entiers, avec leur forme caractéristique, de ce dernier minéral serpentinisé; seulement, ses cassures sont remplies d'une matière presque incolore en lumière naturelle, très finement feuilletée, éclairée en lumière polarisée, et que, par comparaison avec des minéraux-types des roches que je possède en lames minces, je rapporte à la *bastite*. La calcite, la magnétite sont très abondantes dans la roche; le mica noir et le grenat s'y trouvent également. Il n'y a, en résumé, aucun doute que cette roche ne provienne d'une *péridotite* (1) ayant subi une scorification presque complète. Comme elle se rencontre telle jusqu'à une profondeur de 800 mètres et qu'elle présente le même aspect dans toutes les cheminées de la région; comme elle est, de plus, spécialement un produit d'altération ; vu enfin sa grande importance industrielle, je suis d'avis de lui conserver le nom spécial de *Kimberlite*, introduit par H. Carvill Lewis en 1887. Il me semble qu'il ne peut y avoir aucun malentendu sur sa composition, les divers échantillons que j'ai étudiés étant bien analogues, malgré les différentes profondeurs où ils ont été recueillis ; si certains auteurs ont décrit, sous le titre de « roche diamantifère de Kimberley », des spécimens complètement différents et lui ont, par conséquent, donné différents noms, cela provient, sans aucun doute, de ce qu'ils ont eu en mains, les uns la roche diamantifère, les autres des fragments de roches des terrains encaissants, qui avaient été entraînés et mélangés à la roche éruptive lors du remplissage des cheminées. C'est ainsi qu'un échantillon remis à MM. Fouqué et Michel Lévy a été décrit, par ces savants, comme étant la roche diamantifère et n'est autre chose qu'un fragment de la dolérite anorthique de la surface, fragment qui aura sans doute été trouvé dans la cheminée même.

* * *

Or, cette péridotite primitive dont la Kimberlite n'est que le résultat de la scorification, je crois avoir été assez heureux pour en

(1) Péridotites = roches holocristallines, grenues, composées d'olivine et d'un spinellide, avec ou sans pyroxène, amphibole et mica (*Loc. cit.*, p. 1215).

trouver un spécimen dans l'échantillon n° 49, dont la préparation microscopique montre de grandes plages de péridot, disséminées dans de grandes plages d'augite, enchevêtrées avec un peu de mica noir, de la magnétite et du grenat pyrope. Cette roche constitue un type parfait de *péridotite augitique*. Elle n'est guère altérée, les cristaux de péridot seuls montrant un commencement de serpentinisation; d'autre part, l'altération complète de cette roche pourra donner la chlorite et la bronzite, si fréquents dans la Kimberlite, et qui se formeront aux dépens de l'olivine et de l'augite. Enfin, et c'est, je crois, ce qui me paraît le meilleur argument en faveur de cette idée, les fissures du péridot, dans cette roche, sont plus ou moins remplies de *bastite*, ainsi que le sont les fissures du péridot de la Kimberlite.

Il est vrai que cet échantillon n'a été trouvé qu'à $60^{m}.80$ de profondeur, alors que la Kimberlite reste scorifiée aux plus grandes profondeurs atteintes et, à première vue, on pourrait objecter que les spécimens de la roche non altérée devraient se rencontrer dans les parties les plus profondes du gisement. Mais je crois cette objection sans valeur; en effet, la scorification ne constitue pas ici un phénomène superficiel : elle se continue jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes; ce que nous avons coutume d'entendre par phénomène d'altération superficielle est, à Kimberley, représenté par le *yellow ground*, dont les 20 ou 25 mètres d'épaisseur recouvrent le *blue ground*. Mais la Kimberlite, roche essentiellement altérée, a été projetée telle quelle dans les cheminées et peut-être même ne la retrouvera-t-on pas intacte en profondeur; seules, des parties ayant échappé à la scorification ont pu être entraînées avec le reste et l'échantillon de *péridotite augitique*, dont j'ai parlé, peut être l'une d'entre elles et constituer ainsi le type primitif de la Kimberlite.

Ensival, le 3 novembre 1904.

CATALOGUE DES MÉTÉORITES

conservées dans les collections belges,

PAR

G. DEWALQUE (1).

Depuis une vingtaine d'années on a publié divers catalogues des météorites qui se trouvent dans les musées et les universités, mais leurs auteurs n'ont pas pris la peine de consulter les professeurs de nos universités. De là une lacune regrettable, que des incidents récents, au sujet de la météorite d'Amana, ont fait ressortir, et m'ont engagé à combler. Le catalogue que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société n'est guère que la somme des renseignements qui m'ont été obligeamment fournis par MM. les professeurs dom G. Fournier, pour l'Ecole abbatiale de Maredsous, F. Kaisin, pour l'université de Louvain, M. Lohest, pour celle de Liége et X. Stainier, pour celle de Gand et pour l'Ecole d'agriculture de Gembloux.

M. Ed. Dupont, directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles, n'a pas répondu à ma demande de renseignements.

Indépendamment de ce que nous avons cité, nous devons dire quelques mots de trois autres pièces.

L'université de Liége possède deux gros échantillons du fer de Bittburg (Eifel), 1802, étudié et considéré comme météorique par des savants compétents. Nous n'avons rien à dire des spécimens qu'ils ont analysés; mais, ayant étudié l'un des deux échantillons de Liége, nous avons trouvé un fragment de charbon de bois dans son intérieur et cherché en vain le nickel. Nous ne l'avons pas cité.

(1) Communication présentée à la séance du 20 novembre 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 18 décembre 1904.

Le 5 juillet 1868, un orage éclata à Namur et, vers 11 3/4 h. du soir, un globe de feu tomba sur une maison et se brisa en tombant. Le R. P. Bellynck en entretint l'Académie, mais les renseignements qu'il donna n'ont pas paru suffisants à des spécialistes pour permettre de ranger cette pierre dans les météorites. D'après une obligeante communication de M. le R. P. H. de Greeff, elle est conservée au Collège N. D. de la Paix, à Namur.

Enfin, le 24 juillet 1878, vers 9 heures du soir, pendant un orage, un globe de feu tomba sur le seuil d'une maison à Tongres et s'y brisa; on recueillit les débris. Un pharmacien distingué de cette ville, M. V. Laminne, adressa à ce sujet une note au directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles, qui la transmit à la classe des Sciences de l'Académie, laquelle nous délégua, avec A. Renard, pour nous rendre à Tongres. Nous avons été empêché de nous y rendre. Il résulte du rapport de Renard que cette pierre n'est pas un aérolithe.

Dans ces dernières années, M. P. Laminne, fils, est revenu sur ce sujet dans une *Notice sur un aérolithe tombé à Tongres...* insérée dans les bulletins d'une société locale, probablement dans le *Bulletin de la Société Scientifique et Littéraire du Limbourg*, sans date, dont il a bien voulu nous envoyer un exemplaire. C'est par erreur qu'il nous représente comme ayant accompagné A. Renard à Tongres. Si sa pierre était une sorte de fulgurite apportée par un coup de foudre en boule, elle serait plus intéressante qu'une météorite.

Météorites pierreuses.

Nos	LOCALITÉS	Dates	Poids gr.	Collections
1	Agrigente (Sicile)	10 II 1843	3,7	Liége
2	L'Aigle (France, Orne) 112 + 11 + 4 gr.	26 IV 1803	127	Liége
3	Alfaniello (Italie) . 38 + 29 gr.	16 II 1883	67	Liége
4	Amana (Jowa County, Jowa, Etats-Unis)	12 II 1875	20,7	Liége
	» » » » »		2 663	Musée de Bruxelles

31 JANVIER 1905.

Nos	LOCALITÉS	Dates	Poids gr.	Collections
5	Aussun, près Montrejean (France, Haute-Garonne)	9 XII 1838	52,8	Gand
	» » »		53	Gembloux
	» » 22,5 + 4,4 gr.		26,9	Liége
6	Bandong (Preanger, Java) . . .	10 XII 1871	3,2	Liége
7	Buff's Mountain (Caroline du Sud, Etats-Unis)		33	Gembloux
8	Château-Renaud (France, Loiret).	12 VI 1841	46	Liége
9	Cléguérec, Kernouvé (France, Morbihan)	24 V 1869	76,1	Gand
	» » »		2,5	Liége
10	Daniels Knil (Afrique australe) .	20 III 1868	0,6	Liége
11	Dendrum (Tiperary Co., Irlande) 3,2 + 1,8 gr. (1)	12 VIII 1865	5	Maredsous
12	Ekatherinoslaw (Russie méridionale)	9 V 1826	1,9	Liége
13	Ensisheim (Haute-Alsace, Allemagne)	7 XI 1492	1,4	Liége
14	Hartford (Jowa, Etats-Unis) . .	25 II 1847	2,7	Liége
15	Juvénas (France, Ardèche) . . .	15 VI 1822	3,17	Liége
16	Knyahinya (comté d'Unghvàr, Hongrie)	9 VI 1866	89,4	Gand
17	Lesves (province de Namur, Belgique)	13 IV 1896	267	Gand
	» » » » 106 + 32 + 5 gr.		143	Liége
	» » » »		432	Maredsous
	» » » »		?	Namur
	» » » »		6	Me Delame à Liége

(1) Le reste se trouve à Trinity College, à Dublin.

Nos	LOCALITÉS	Dates	Poids gr.	Collections
18	Mesö-Madorász (Transylvanie, Hongrie)	4 IX 1852	19,1	Gand
19	Mócs (Transylvanie, Hongrie) . .	3 II 1882	13	Liége
20	New Concord (Muskindom Co., Ohio, Etats-Unis). 117 + 2,3 gr.	1 V 1860	119,3	Liége
21	Orgueil (France, Tarn-et-Garonne)	14 V 1864	115	Liége
22	Pultusk (Pologne, Russie) 405 + 98,8 + 38,8 gr.	30 I 1868	542,6	Gand
	» (sous les noms de Sielce et Gostkowo, Pologne).		500	Liége
	» (» » »)		52,8	Louvain
	» (» » »)		8,5	M. H. Buttgenbach
23	St-Denis-Westrem (Flandre orientale, Belgique)	7 VI 1855	189	Gand
24	» » » »		3,4	Liége
	Serres (Turquie)		49,9	Gand
25	Sokobanya (Servie)	13 X 1872	3,1	Liége
26	Stannen (Moravie, Autriche) . .	22 V 1808	32,3	Gand
	» » » . .		1,3	Liége
27	Tourinnes-la-Grosse (province de Brabant, Belgique) 12,7 + 10,8 gr.	7 XII 1863	23,5	Gand
	» » » » 66 + 34 + 27 + 2 gr.		129	Liége
	» » » »		27,9	Louvain
	» » » » 27,6 + 26,7 gr.		54,3	Maredsous
	» » » »		58,3	Namur
	Soit 27 chutes, 59 fragments et 44 collections.			

Fers météoriques.

Nos	LOCALITÉS	Dates	Poids gr.	Collections
1	Arva (Hongrie).	1840	31 + 8	Liége
2	Atacama (Chili).	1827	22	Louvain
3	Augusta Co. (Virginie, Etats-Unis)	1830	52	Liége
4	Bonanza (Coahuila, Mexique) . .	1837	36	Liége
5	Brenham (Kiowa Co., Kansas, Etats-Unis) (Quatre fragments, transformés en limonite). . .	1882	17	Maredsous
6	Cap de Bonne-Espérance . . .	1793	45,8	Liége
7	Chaco Gualambo (Brésil) . . .	?	50	Liége
8	Cranbourne (Australie)	1854	8,5	Liége
9	Ellbogen (Bohème, Autriche) . .	1811	4,9	Liége
10	Glorietta Mountain (New Mexico, Etats-Unis)	XI 1885	65	Liége
11	Krasnoïarsk (Monts Kenia, Sibérie)	30 IV 1771	481	Gand
	» » » » 125 + 14 + 4 gr.		143	Liége
12	Moenvalle (Hacienda de). . . .	?	96	Liége
13	Seeläsgen (Brandebourg, Prusse).	1847	57,4	Liége
	» (Neumark, Prusse) . .		626	Liége
14	Toluca (Mexique) . 361 + 14 gr.	1776	375	Gand
	» »		39,8	Maredsous
15	Zacatecas (Mexique)	1792	80	Louvain
	Fer nickélifère terrestre			
	Ovifak (Groenland)		51	Liége

Le Bassin du Geer

ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

PAR

Fernand KRAENTZEL

Docteur en géographie

LE BASSIN DU GEER

Etudes de géographie physique

PAR

FERNAND KRAENTZEL (1)

Docteur en géographie

(PLANCHES I A III)

INTRODUCTION.

Le bassin du Geer s'étend sur le lambeau principal de ce qu'il reste des sédiments du Crétacique supérieur du nord-est de la Belgique. Tout le cours de la rivière et de ses affuents s'est imposé à travers des couches crayeuses, de composition presque homogène. On s'attendrait donc, à cause de cette homogénéité, à trouver, dans le bassin dont nous nous occupons, un type classique, normal, où l'orographie serait sensiblement ce qu'exigent les principes théoriques, à la lumière desquels on recherche ce que devient une plaine émergeant de l'océan.

On croirait devoir avoir affaire à une rivière au cours rectiligne et conséquent au fleuve où elle se jette, possédant un système d'affluents qui lui seraient normaux. Nous pourrions peut-être prévoir des phénomènes de disparition et de réapparition des diverses branches du système hydrographique du Geer.

Mais l'étude attentive de la carte a vite fait de renverser ces déductions trop hâtives. Nous nous demandons pourquoi ces directions diverses de la rivière : ENE. de sa source à Lowaige, NNE. jusque Tongres, SE. jusque Glons, à nouveau ENE. de Glons à Wonck, enfin NNE. de Wonck à Maestricht. Dans cette dernière section, en voyant, vers Eben-Emael, la rivière s'orienter

(1) Thèse soumise à la faculté des sciences de l'Université de Liége (doctorat en géographie), à la session d'octobre 1904. Mémoire présenté à la Société géologique de Belgique à la séance du 18 décembre 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 15 janvier 1905.

de plus en plus vers l'Est, s'approcher à douze cents mètres de la Meuse, nous nous imaginons que nous allons trouver son confluent en ce point, d'autant plus que la craie fissurée, si sensible à l'action mécanique et chimique des eaux, ne doit pas lui constituer un obstacle bien sérieux; au contraire, la rivière revient vers l'Ouest et ne se jette dans le fleuve que huit kilomètres plus au Nord.

Déjà, lorsque nous regardions couler le Geer de Lowaige vers Tongres, nous nous disions, en voyant, sur nos cartes, à deux kilomètres au nord de cette ville, plusieurs branches du Démer de direction générale NNE. : le Geer ne peut manquer de continuer son cours vers cette rivière. Il n'en est rien encore; le Geer tourne vers le SE. et reprend, à Glons, son ancienne direction ENE., dans le prolongement de son cours Lens-Saint-Remy—Lowaige.

Puis, l'encaissement de la vallée, à partir de Sluse, attire notre attention et nous en cherchons la relation avec celui de la vallée de la Meuse. Mais l'observation directe nous fait découvrir, tant à gauche qu'à droite de la rivière, à partir de Wonck, des cailloux roulés ardennais, analogues à ceux que le fleuve tout proche a déposés sur ses terrasses et dans son lit. En outre, les profonds sillons qui, dans la partie orientale du bassin, aboutissent à la vallée encaissée que nous venons de signaler, nous surprennent autant par leur profondeur que par l'absence de ruisseau permanent.

Que l'on ajoute, à ces particularités, l'asymétrie si nettement marquée des deux versants, la faible hauteur à laquelle court la ligne de partage des eaux de gauche relativement à celle de droite, les singularités qu'offre leur tracé, le calme régime des eaux du Geer avec des crues aussi rapides que violentes, et l'on comprendra tout l'intérêt qu'offre un essai de résolution des divers problèmes soulevés.

Ainsi montré, le Geer nous apparaît comme un type de rivière étrangement anormal, presque bizarre, offrant, tout au moins, un contraste frappant avec les rivières qui coulent près de lui, au nord du sillon de Sambre-Meuse [1], non pas seulement au point

[1] Nous nommerons ainsi, comme on l'a déjà fait, le sillon fluvial Landrecies-Namur-Liége.

de vue de son évolution, mais encore quant à la façon dont les eaux qui s'y rendent ont sculpté la surface du sol, et quant au régime de la rivière.

Nous étudierons d'abord, d'une façon succincte, la géologie du bassin, plutôt au point de vue de l'allure des terrains que de leur composition. Cette esquisse servira de base à nos idées sur l'évolution probable du Geer et, en outre, elle contribuera à la compréhension de l'orographie et de l'hydrographie du bassin dont nous nous occupons.

CHAPITRE I.

Esquisse géologique du bassin du Geer.

La carte géologique au 40 000e de la région du Geer est à peu près entièrement publiée à l'heure actuelle. Au moyen des documents rassemblés sur ces cartes, nous avons tracé les coupes qui nous ont permis l'étude géologique du bassin. Elles nous ont surtout rendu compte de la stratigraphie des assises du Crétacique.

Assises du Crétacique. — On constate (planche I) une inclinaison NNW., inclinaison qui s'accentue vers le Nord, en même temps que l'épaisseur des couches augmente. Le croquis ci-dessous

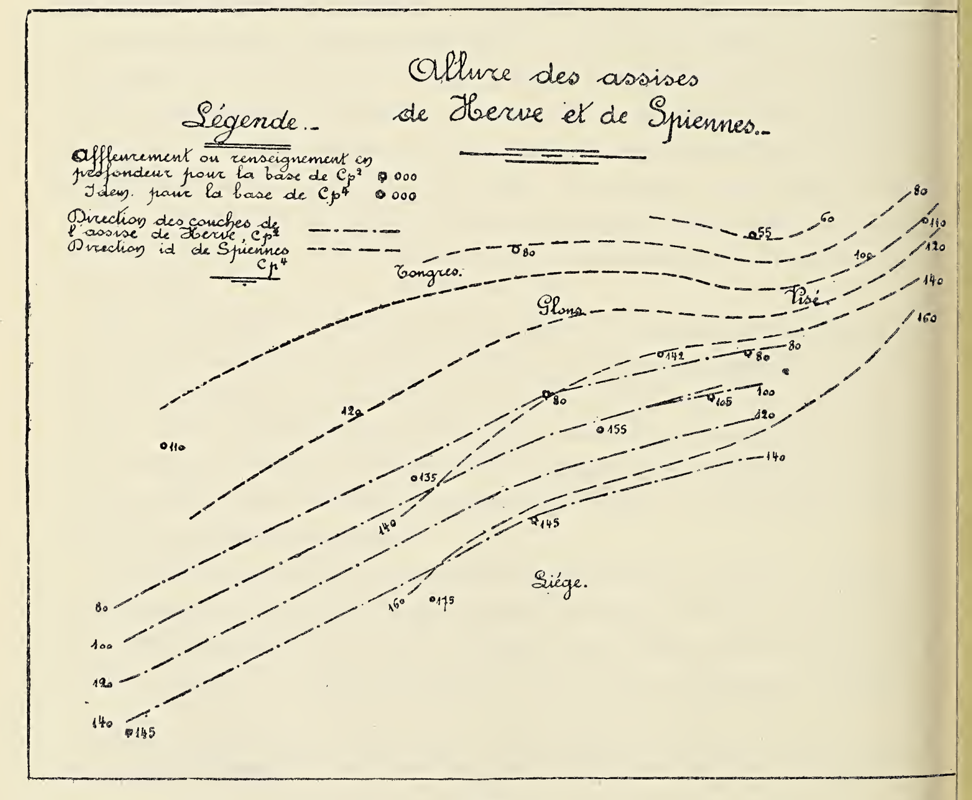


Fig. 1.

(fig. 1) indique, en traits interrompus par des points, la direction des assises inférieures, calculée à la base de l'argilite hervienne (*Cp2* de la légende de la Carte géologique au 40 000e), au moyen de six sondages et affleurements certains. Ceux-ci sont suffisants, même en admettant une certaine erreur dans les profondeurs, pour déterminer avec assez d'exactitude l'allure et les isohypses principales de la base des couches crétacées.

On voit une direction sensiblement WSW.-ENE., c'est-à-dire parallèle à celle des couches primaires de l'Ardenne. Rien ne permet de croire à une discordance entre l'assise hervienne et les couches inférieures de l'assise de Nouvelles. Il n'en est peut-être plus de même entre la craie blanche de cette assise, *Cp3b*, et la craie à silex noirs, régionalement caverneux, *Cp3c*, qui la surmonte.

La légende de la feuille Tongres-Herderen, levée par M. E. Van den Broeck, dit : « *Cp3c* : Craie blanche à silex noirs, avec » nombreux *Magas pumilus*; base régionalement graveleuse » (*Cp3c(a)*) et en discordance sur le sommet durci de *Cp3b*. »

MM. Rutot et Van den Broeck [1] signalent, à la partie inférieure de leur ancienne assise de Spiennes, actuellement notée comme partie supérieure de l'assise de Nouvelles, un « gravier ravinant « la craie blanche traçante ». Ils donnent une coupe schématique du Crétacé aux environs de Roclenge-sur-Geer, montrant ce gravier ravinant.

M. Ubaghs [2] a renseigné aussi une discordance entre la craie blanche et la craie à silex noirs, due à ce que le fond de la mer a été dérangé de son assiette horizontale et à ce qu'une inclinaison du SW. vers le NE. s'est produite. Et, en effet, un épaississement de la craie à silex noirs se remarque fort bien sur la rive gauche de la Meuse.

Nous indiquons, sur la fig. 1, en traits interrompus, la direction de cette craie à son sommet, c'est-à-dire à la base de l'assise de Spiennes (*Cp4*). On voit qu'un mouvement s'est produit dans la région qui se trouve sur le prolongement du bombement de Visé, augmentant la pente vers le Nord, sans guère affecter les régions que nous étudions ; ceci explique pourquoi la discordance signalée

(1) A. Rutot. Essai de synchronisme des couches maestrichtiennes et sénoniennes, etc. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. VIII, *Mém.*, p. 145, 1894.

(2) C. Ubaghs. Compte-rendu de l'excursion de la Société belge de géologie à Maestricht. *Ibid.*, t. I, *Mém.*, p. 209, 1887.

par les géologues que nous venons de citer y est peu visible et peut passer inaperçue.

M. Ubaghs, dans l'article rappelé plus haut, p. 212, dit que « le » tufeau maestrichtien ne semble pas suivre la même allure, car » son plus grand développement, avec couches à Bryozoaires se » montre dans la partie septentrionale du dépôt ». Nous n'avons pu vérifier cette hypothèse, à cause de la grande dénudation de cet étage.

Quant à la composition et aux différences des diverses assises du Crétacique supérieur, elles sont suffisamment connues pour que nous n'y insistions pas. Faisons pourtant une remarque. L'état de fissuration de la craie est très caractérisé. Tous les affleurements que nous avons pu visiter montrent bien les nombreuses diaclases et fentes qui traversent la craie ; elles sont quelquefois, détail peu noté et cependant non sans importance, partiellement comblées par de l'argile à silex, souvent sableuse. D'autres, au contraire, apparaissent largement béantes, ayant deux centimètres et même plus d'ouverture. Il est vraisemblable que ces fissures ne descendent pas profondément dans le sol. Il faut donc en conclure, et nous verrons qu'il en est réellement ainsi, que la nappe aquifère proprement dite ne descend pas, dans la partie septentrionale du bassin, jusqu'à l'argilite hervienne.

La dénudation du Crétacique. — Ce phénomène mérite d'être signalé. Ainsi qu'on l'admet généralement, par dissolution de la craie, les bancs de silex se sont affaissés, semblant être restés en place. Les silex ne doivent pas, en effet, avoir été fortement remaniés ; leur épaisseur assez constante est un argument en faveur de cette idée ; d'ailleurs, nous y avons trouvé maints nodules éclatés, dont les morceaux restaient en contact [1].

Cette dissolution semble avoir été en relation avec l'érosion des sables tertiaires qui recouvraient la Belgique. Plus on s'avance vers le Sud, plus la dénudation se montre intense. Le conglomérat à silex est même enlevé, au moins partiellement, au sud de la Meuse. Faisons encore remarquer que les lignes indiquant, sur la Carte géologique au 40 000e, la limite de l'assise de Spiennes et de

[1] Voir également E. Van den Broeck et A. Rutot. Etude géologique et hydrologique des galeries d'eaux alimentaires de la ville de Liége. *Ibid.*, t. I. *Mém.*, p. 242, 1887.

étage maestrichtien non altérés, ont une direction sensiblement WSW.-ENE.

On doit se demander ce qui justifie une pareille disproportion dans l'importance de la dénudation. Peut-être la raison en est-elle que les terrains du Sud sont émergés depuis plus longtemps que ceux du Nord. En effet, les différences de niveau, qui n'ont cependant fait que s'accentuer depuis la fin du Tertiaire, n'ont pu être suffisantes pour causer cette disproportion de l'érosion chimique et mécanique due aux eaux d'infiltration.

Terrains tertiaires. — Dès que l'on s'occupe du Tertiaire, on se heurte à l'irritante question de l'identification des lambeaux tertiaires notés au sud et au nord de la Meuse sur les cartes géologiques au 40 000e. L'absence de toute preuve stratigraphique ou paléontologique a permis toutes les assignations d'âge possibles aux sables *Om* et *Ons* et aux cailloux *Onx*. On a surtout invoqué des raisons de similitude avec des dépôts analogues, raisons toujours discutables.

M. G. Dewalque, par exemple, montre la possibilité de l'origine *landénienne* des sables, en se basant sur les cailloux de silex verdis, corrodés, de leur base. M. C. Malaise et V. Dormal, tirant argument de blocs de grès trouvés au sommet, leur donnent la même origine. D'autres, comme M. Van den Broeck, les disent *tongriens*, en montrant leur aspect micacé et en y signalant des traces d'annélides, ce qui ne nous paraît pas suffisant pour justifier une telle affirmation. M. Erens croit *aquitaniens* ces mystérieux dépôts, ayant trouvé les pareils dans le golfe du Rhin. Enfin, M. Cornet, très récemment (1), émet l'hypothèse que les cailloux pourraient être *diestiens*. Toute séduisante que soit l'argumentation du savant professeur, elle ne nous convainct cependant pas.

Après avoir établi la limite minimum de la transgression diestienne (2), suivant la ligne Noires-Mottes, Cassel, Corbeek-Loo et Maestricht (3), l'auteur se demande quelle en a été la limite maximum. Comme témoins de la dénudation du Diestien au sud de cette ligne, il cite des blocs de grès ferrugineux, des cailloux

(1) J. Cornet. Etudes sur l'évolution des rivières belges. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. M 259, 1904.

(2) *Ibid.*, pp. 398 et suiv.

(3) Voir aussi G. Dewalque. Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, 2e édition. Echelle de 1 : 500 000, 1904.

roulés de silex, pour l'ouest de la Belgique et, pour l'est, des cailloux roulés de quartz laiteux ou demi-hyalin et de quartzite, généralement de petite taille. De ce que les cailloux notés *Onx*, à l'est du méridien de Walcourt, se mêlent aux nappes de cailloux diestiens, M. Cornet conclut à leur âge pliocène; «ils sont», dit-il, «le faciès condrusien, famennien, ardennais même des cailloux de » silex patinés, craquelés ». Il les considère comme le gravier d'émersion des sables *Ons*.

Nous voudrions faire observer que, si les dépôts *Onx* se mêlent à des nappes de cailloux diestiens certains, cela peut provenir du remaniement, par les vagues du rivage de la mer diestienne, de ces cailloux *Onx*, antérieurement amenés.

En outre, l'Ardenne devait déjà, à ce moment, être considérablement surélevée ; ce qui donne à penser que la mer diestienne devait se trouver à une distance considérable de sa crête.

Il nous est donc difficile de croire à l'âge pliocène des dépôts *Om* et *On*, tant dans l'Ardenne que dans la région que nous étudions au nord de la Meuse. Voyant toujours ces sables surmonter directement le Secondaire ou le Primaire, ne les ayant jamais observés au-dessus de sables tongriens certains, nous serions plutôt tenté de les dire *landéniens*, les cailloux *Onx* étant le gravier d'émersion des sables *Om*.

Mais toute discussion à ce propos sera toujours possible tant que l'on n'aura pas trouvé un fossile ou une preuve stratigraphique permettant de déterminer exactement leur âge.

Dès lors, nous nous imaginons que les choses se sont passées comme suit, durant le Tertiaire, dans le bassin du Geer.

La transgression landénienne envahit la Belgique, atteignant certainement la région que nous étudions ; la mer, se retirant vers l'Ouest, la laissa émergée; elle revint à l'Oligocène inférieur et il serait bien difficile d'en indiquer la limite, dans l'ignorance où nous sommes encore de la signification des dépôts *Om* et *On* de la carte. Le mouvement de régression (1) se fit très lentement, durant l'Oligocène inférieur et moyen, vers le N., probablement le NNE. A l'Oligocène supérieur, la mer se trouvait dans le golfe du Rhin, d'après M. Rutot, ce qui indique une pente ENE. du bassin

(1) E. VAN DEN BROECK. Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer, etc. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIV. *Proc. verb.*, p. 294, 1900.

du Geer. L'émersion dura jusqu'au Diestien ; nous ne croyons pourtant pas que la mer pliocène ait dépassé de beaucoup, au Sud, la ligne marquée par les affleurements les plus méridionaux de ses sédiments et qu'elle ait donc atteint la région dont nous nous occupons.

QUATERNAIRE. — Pour l'étude des terrains rapportés à cette période, nous partirons du terme qui nous semble le plus net. Il est constitué par les cailloux ardennais qui surmontent le Crétacé ou le Tertiaire, dans la partie orientale du bassin du Geer. Nous avons suivi ces cailloux à partir de la terrasse de Pontisse, signalée par M. Lohest (1). Le coteau de Pontisse-Milmort, sur lequel ce dernier attire l'attention, borde cette nappe à l'Ouest ; à l'Est, on l'observe au-delà de la Meuse ; elle est comprise entre 120 et 130 mètres, avec des épaisseurs diverses. Encore visible à Heure-le-Romain, elle ne l'est plus au-delà. Mais nous la retrouvons bientôt, plus au Nord, sur le plateau dans lequel le Geer inférieur a creusé sa vallée ; à gauche de la rivière, à un kilomètre en aval de Wonck, les cailloux parsèment les champs, au niveau d'environ 100 mètres. Ils proviennent vraisemblablement de nappes situées autrefois à un niveau supérieur.

A partir de là, on rencontre partout des cailloux ardennais, en nappes épaisses de six mètres et plus, tant à gauche qu'à droite ; de ce dernier côté, le plateau séparant le Geer de la Meuse en est entièrement jonché jusqu'au confluent des deux cours d'eau. A gauche, nous les voyons, soit en nappes, soit disséminés à la surface du sol, occupant une bande d'au moins un kilomètre de largeur à partir du bord du plateau, au niveau 110-120 au Sud, 95-105 au Nord, dans le ravin de Neder-Canne. Cette bande se relie, par des cailloux plus rares, à une autre nappe occupant les flancs de la vallée Eben-Sussen-Heulekom-Riempst. Nous en observons une autre dans le flanc droit d'un vallon orienté NE. et dont les eaux de ruissellement coulent vers le Geer, en un point dont les coordonnées, relativement à l'église de Canne, sont : 2 700 m. W. et 400 m. N., altitude 90 m. A Sussen, le niveau

(1) M. LOHEST. Alluvions anciennes de la Meuse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XVII, p. LXXXII, 1890.

H. FORIR et M. LOHEST. Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique en 1896. *Ibid*, t. XXIII, p. CXLV, 1896.

supérieur des cailloux est même inférieur à 90 m. dans la ballastière à gauche de la grand'route de Riempst à Eben, en face de la borne 11 k. 4 h.

En amont de Wonck, nous avons trouvé, dans le talus de la route de Roclenge à Houtain-St-Siméon, à gauche, à la cote 120-125, un caillou roulé de psammite du Condroz et un autre, de la grosseur d'un œuf, de quartzite révinien. En outre, la carte géologique de M. Van den Broeck (feuille Tongres-Herderen) porte, dans un sondage fait à Sluse (coordonnées à partir de la station de Glons, 300 m. E., 1 200 m N. et altitude 123), la notation correspondante à ces cailloux *q2m*. Nous n'en connaissons point d'autre affleurement.

La conclusion à tirer de ces observations est la suivante : la Meuse, qui est l'agent de transport de ces cailloux, a coulé, à cette époque, dans cette partie du bassin du Geer. Un delta, ayant sa tête à Liége, à peu près au niveau 120, à bras divagants [1] a donc existé ; trois branches principales nous apparaissent dans la région que nous étudions : l'une (voir la planche II), allant de Liége à Wonck, Glons et Tongres ; une autre, de Wonck à Eben, Sussen, Heulekom ; son prolongement nous est inconnu, de même que son extension à l'Est ; une troisième va de Wonck à Maestricht, par la vallée actuelle du Geer.

Comme les dépôts des terrasses de Cointe et de Pontisse sont rapportés au *Campinien*, nous pourrons, puisqu'ils sont les correspondants de ceux que nous observons, appeler ceux-ci *campiniens*, *q2m*, en adoptant la légende actuelle de la Carte géologique.

Surmontant ces terrasses, nous trouvons un limon argileux plutôt que sableux, où se voient quelquefois des *Succinea* et des *Helix ;* ce qui est à noter, c'est la présence de débris montrant que ce limon est souvent un produit de ruissellement ou de lavage. Nous noterons, par exemple, à 200 mètres au nord-est du carrefour de l'arbre Patrolet, dans le talus du chemin allant à Bassange, là où, d'ailleurs, la notation de la Carte géologique se borne à *q3*, des débris de silex de la grosseur du poing, enfouis à un mètre dans le limon.

(1) Nous ne disons pas que le fleuve a occupé toute cette large vallée, car la stratification entrecroisée des nappes est la preuve du contraire.

7 FÉVRIER 1905.

La coupe ci-contre (fig. 2) offre encore de l'intérêt; elle indique ce que nous avons vu dans le ravin au nord de Boirs, à l'embranchement des deux routes vers Millen et vers Fall-et-Mheer. Elle concorde avec celle que MM. Forir et Lohest montrèrent à Heure-le-Romain (1).

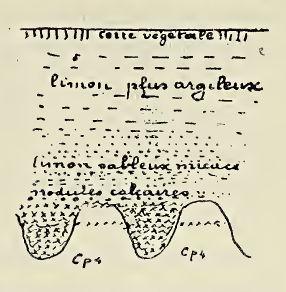


Fig. 2.

Sur les hauts plateaux qui avoisinent la Meuse, le limon nous semble nettement différent du précédent, par son aspect plus homogène et plus sableux et par son absence de fossiles.

Pourtant, MM. Rutot et Van den Broeck tendent actuellement à ne plus séparer les deux limons. M. Rutot s'exprime ainsi (2) :

» Tous les géologues sont d'accord pour attribuer une origine » fluviatile au limon stratifié du Hesbayen, mais comme les » limons ne se disposent pas dans les lits mêmes des fleuves, mais » bien sur les espaces bordant leur vallée, lors des crues et des » inondations, il s'ensuit que l'origine des limons stratifiés déposés » en nappe continue se précise encore et il faut attribuer, en toute » évidence, leur formation à des crues simultanées de tous les » cours d'eau existant dans la région où ils se sont déposés.

» La présence de la faunule toute spéciale de ces limons, citée » plus haut, » *Helix hispida*, *Succinea oblonga* et *Pupa muscorum* « est, du reste, l'une des meilleures preuves que l'on puisse donner » de l'origine des limons par voie de grande crue.

» En effet, actuellement, les coquilles citées vivent dans les hautes » herbes, dans la végétation qui avoisine le bord des cours d'eau.

» En cas de crue, cette végétation est lavée par les eaux, les » coquilles légères sont emportées d'abord par le courant, puis, » les eaux s'épandant hors du lit, les coquilles sont déposées » avec les limons sur les étendues inondées.

» Mais pour qu'il y ait inondation vaste et persistante, il faut » non seulement qu'il y ait longue période pluvieuse (3), *mais aussi* » *très faible pente à l'écoulement des eaux* ».

(1) *Op. citato*, p. CXLVI.

(2) A. Rutot. Origines du Quaternaire en Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XI, *Mém.*, p. 47, 1892.

(3) Cette longue période pluvieuse est toujours au moins contestable.

Et plus loin, p. 48 : « la région de la Sambre et de la Meuse » formait des élévations bien moins considérables que celles que » nous constatons actuellement. Seules les plus hautes altitudes » de l'Ardenne et du Luxembourg jurassique dépassaient sensiblement la plaine, au point de n'avoir pu être recouvertes du manteau limoneux ».

Puis, p. 81 : le dépôt limoneux « implique une vallée de la Meuse » possédant déjà un tracé semblable au tracé actuel, déjà largement » creusée et dont l'altitude supérieure, au plateau d'Ans, par » exemple, pouvait dépasser à peine l'altitude des points bas » actuels de la grande masse limoneuse, c'est-à-dire 10 à 15 mètres » au-dessus du niveau de la mer, au lieu de 200 mètres comme » aujourd'hui.

» Du reste, comment imaginer un dépôt de limon d'inondation » sur la rive gauche de la Meuse dans les conditions d'altitudes » actuelles ? ».

Pour l'auteur, l'absence des fossiles des limons du Hesbayen, *q3*, dans les limons des hauts plateaux, *q1*, s'explique par ce que les bords escarpés de la Meuse n'étaient pas favorables à la végétation. Il rapporte pourtant les cailloux des terrasses de la Meuse au campinien, *q2*.

Nous ne pouvons guère partager ces idées, et la fig. 3 montre qu'il est difficile d'admettre que le limon d'Ans soit l'équivalent de celui qui surmonte les cailloux ardennais du Geer et, par conséquent, de celui des terrasses de Cointe et de Pontisse, du moins dans l'hypothèse où les limons seraient le résultat d'inondations.

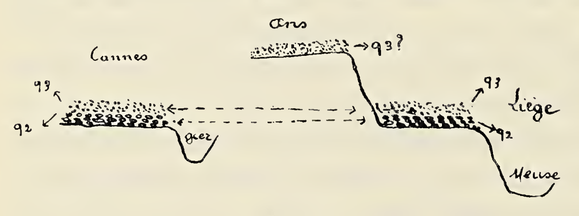


Fig. 3.

Nous croyons, nous aussi [1], les limons des hauts plateaux

[1] Conformément, d'ailleurs, aux idées émises dans :

A. Briart. Etude sur les limons hesbayens et les temps quaternaires en Belgique. *An. Soc. géol. de Belg.*, t. XIX, *Mém.*, p. 15, 1891.

H. Forir et M. Lohest. Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique. *Ibid.*, t. XXIII, p. CXLIV, 1896.

J. Cornet. Limon hesbayen et limon de la Hesbaye. *Ibid.*, t. XXVII, p. CI, 1900.

H. Forir. Encore les limons. *Bull. Soc. d'anthrop. de Brux.*, t. XIX, *Mém.*, n° I, pp. 6-8, en note, 1900.

antérieurs aux dépôts de cailloux des terrasses. La Meuse aurait approfondi, après le dépôt de ces limons et avant l'apport des cailloux, la partie de la vallée, supérieure aux terrasses. L'origine du limon des hauts plateaux nous paraît encore bien obscure; à notre avis, l'hypothèse la plus vraisemblable sur sa formation est celle qui le considère comme étant le résultat d'apports éoliens; cette opinion se justifie par l'homogénité du dépôt et l'absence de fossiles.

Nous sommes donc amené à voir trois termes dans le Quaternaire de la région du Geer; ce sont, en nous basant sur leur superposition :

1° Un dépôt précédant le creusement de la vallée au-dessus du niveau des terrasses, le *limon des hauts plateaux*, antérieur, par conséquent, au dépôt des cailloux.

2° *Dépôt des cailloux, q2m*, formé après ce creusement, sur les terrasses de la Meuse et du Geer inférieur.

3° *Le limon hesbayen*, résultant du lavage du limon des hauts plateaux et peut-être des sables tertiaires [1].

Il serait bien difficile de délimiter *q1* et *q3* sur le versant droit du Geer; il est même possible que certains limons soient contemporains de *q2*, puisque, actuellement encore, ils sont partiellement remaniés par les eaux et méritent le noms de *limons modernes*. Nous ne nierons d'ailleurs pas que certains des limons notés *q3n* soient *éoliens*, pareils dépôts se formant de nos jours.

FAILLE DE TONGRES. — Les sondages exécutés à Tongres et renseignés sur la feuille Tongres-Herderen, l'allure de l'*assise de Spiennes*, *Cp4*, bien caractérisée en cet endroit, nous permettent d'établir le passage d'une faille, un peu au sud de la ville de Tongres. Elle est indiquée sur notre coupe (pl. I); son rejet maximum est de 45 m. environ, et elle est orientée N. 80° E.

Peut-être se trouve-t-il une autre faille dans la région de Canne, dirigée du NNW. au SSE., c'est-à-dire précisément parallèle aux failles du Limbourg hollandais; mais la dénivellation observée, au moyen des couches à bryozaires, entre le Maestrichtien de la rive droite du Geer et celui de la rive gauche est si faible, qu'il

[1] Il nous est souvent apparu micacé.

serait dangereux de conclure que la présence d'un tel accident est certaine en ce point.

Nous croyons ces notes suffisantes pour nous permettre d'établir l'évolution du Geer et nous expliquer la géographie physique du bassin de cette rivière.

CHAPITRE II.

L'évolution du Geer

Etablir l'évolution d'une rivière, c'est-à-dire reconstituer ses cours successifs, rechercher la cause et l'époque de la formation des divers sillons où serpente son cours actuel, est toujours difficile. Aussi, croyons-nous utile d'indiquer, en commençant, les principes sur lesquels nous nous sommes basé pour résoudre ce problème quant au Geer.

Lorsque des terres émergent de la mer, les eaux de ruissellement y creusent des sillons *conséquents*, dirigés suivant la plus grande pente, perpendiculairement à la direction générale du rivage. Si cette direction change, celle de la nouvelle partie des sillons change également, devant toujours rester normale au rivage.

Dès que ces sillons s'approfondissent, d'autres s'embranchent plus ou moins perpendiculairement sur eux, affluents *subséquents*. Mais certains des sillons de premier ordre se creusent plus que les autres, soit parce qu'ils se sont établis sur une zone d'une résistance moindre à l'érosion, soit parce que, sur eux, se sont greffés des sillons antérieurs. Dès lors, ils capturent les eaux de leurs affluents secondaires : le *bassin fluvial s'élargit*. Cette extension latérale du bassin le long d'un de ces sillons pourrait encore résulter, soit de la formation ou de l'accentuation d'un synclinal, faillé ou non, dont le fond correspond à un sillon de premier ordre, soit, pensons-nous, *des inégalités existant à la surface du sol, lors de son émersion*.

Il y a donc, en face de toute vallée de quelque importance, deux questions à se poser : quelle est la cause de la direction, de l'orientation du cours d'eau, et pourquoi, de tous les sillons qui couraient parallèlement à cette direction lors de l'émersion de la contrée, est-ce celui-ci plutôt que celui-là qui a pris de l'importance, en assurant le drainage de la région ?

La première question se résoudra par la géologie générale du pays, la seconde par la géologie locale.

En ce qui concerne le Geer, l'étude géologique des environs, tant sur le terrain que sur la carte, ne nous a pas laissé voir

manifestement un accident, faille ou synclinal, permettant d'expliquer la présence de ces sillons. En un point, cependant, vers Tongres, la vallée semble correspondre à une faille.

Nous nous bornerons donc à rechercher la cause des diverses directions du Geer. Il en est trois qui apparaissent nettement.

Une première, la plus constante, est l'orientation WSW.-ENE. des sillons Lens-St-Remy—Lowaige et Glons—Eben; une deuxième, SSW.-NNE. correspond à la partie de la vallée Lowaige-Tongres; une troisième est indiquée par le cours Tongres-Glons. Si nous comparons ces directions à celles qu'offrent les cours d'eau avoisinants, nous sommes immédiatement frappé par le parallélisme des sillons du Geer, Lens-St-Remy—Lowaige et Glons—Eben, avec le sillon Sambre-Meuse, et du sillon Lowaige-Tongres avec celui de la Meuse en aval de Liége et ceux de diverses branches du Démer, de la Gette, de la Dyle, etc.

On est donc autorisé à s'expliquer l'identité de ces directions par l'identité des causes. En appliquant au Geer la théorie exposée par M. Lohest [1] et professée à son cours de géologie de l'Université de Liége, nous sommes amené à considérer la vallée Lowaige-Tongres comme conséquente pour le rivage en recul de la mer de l'Oligocène inférieur et moyen, et celle de Lens-St-Remy—Lowaige, Glons—Eben, comme conséquente à la mer de l'Oligocène supérieur du golfe du Rhin.

Mais les vues de M. Lohest ont été mises en doute par M. le professeur Cornet, dans son récent mémoire publié dans nos *Annales* : « Etudes sur l'évolution des rivières belges », qui est, sans contredit, la plus importante contribution à la géographie physique de la Belgique. M. Cornet, tout en admettant avec M. Lohest, que la plupart de nos rivières sont normales à un ancien rivage, n'adopte pas cette opinion pour ce qui concerne la vallée de la Meuse. Pour lui, on ne peut songer à attribuer à la mer de l'Oligocène supérieur du Rhin la direction WSW.-ENE. du sillon Sambre-Meuse; c'est, croit-il, ne pas tenir compte de l'extension de la mer diestienne au delà de cette ligne [2].

(1) M. Lohest. De l'origine de la vallée de la Meuse entre Namur et Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. CXIV, 1900.

(2) J. Cornet. *Op. cit. Ibid.*, t. XXXI, pp. M 477-478, 1904 : « M. Lohest, on » le voit, ne tient pas compte de l'importante transgression de la mer plio» cène qui est venue effacer, jusqu'au sud de la Sambre-Meuse, toute trace » des systèmes hydrographiques antérieurs. »

Même en supposant cette extension démontrée, nous penserions encore dus aux mers de l'Oligocène, les sillons signalés plus haut, tant ceux de la Meuse que ceux du Geer. Nous croyons, en effet, qu'il est difficile d'admettre qu'une mer efface toute trace du relief des terres qu'elle envahit.

Si le modelé du sol est quelque peu accentué, les vagues ne parviendront pas à niveler entièrement le sol, et la sédimentation, épousant les accidents du terrain, n'y réussira pas davantage, surtout pour des mers qui ne durent jamais être bien profondes. On connaît mainte vallée fluviale se prolongeant dans la mer et entaillant son fond; ainsi envahie en suite d'un mouvement positif des eaux, elle se maintient, malgré les vagues et la sédimentation ; lors du recul de la mer, cet ancien sillon redeviendra une voie de drainage [1].

Si l'extension du Diestien a eu lieu au sud de la vallée Sambre-Meuse, nous ne croyons donc pas qu'elle ait suffi à masquer le sillon qui devait se trouver là, du fait de l'existence du golfe du Rhin. Nous nous permettons de douter de l'hypothèse de M. Cornet lorsqu'il donne ce sillon comme étant le résultat de l'accentuation du synclinal houiller de Namur.

C'est surtout par analogie avec le cas de la Haine que raisonne le savant géologue. Cette rivière [2] occupe le fond d'un synclinal houiller. Il voit une preuve de l'accentuation de ce dernier, aux environs de Charleroi et de Namur, dans la différence des hauteurs auxquelles on trouve le Bruxellien dans la vallée de la Sambre inférieure et sur les plateaux qui la bordent.

Dans cette théorie, le fleuve doit occuper le fond du synclinal [3];

[1] Au cours de l'impression de ce travail, nous venons de prendre connaissance d'un article de M. J. Gosselet : Coupe du canal de dérivation autour de Douai. Superpositions de vallées actuelles à des vallons de la surface crayeuse. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIII, p. 82, 1904. Dans ce travail, l'illustre géologue montre des exemples de phénomènes semblables à celui que nous rappelons.

[2] J. Cornet. Quelques remarques sur le bassin de la Haine. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. LXXX, 1900.

[3] Dans son mémoire « Etudes sur l'évolution des rivières belges », M. Cornet dit, p. 484 :

« Pour nous résumer, nous admettons que la Sambre-Meuse a pu naître » par suite d'un phénomène d'érosion régressive procédant de l'Est à l'Ouest. » Mais ce phénomène s'est passé sur un manteau de terrains tertiaires. Il n'a

or, vers Huy, ainsi que le fit remarquer M. Lohest, il coule sur la crête silurienne. M. Cornet a répondu à cette objection, en disant que le fleuve s'est imposé, non sur le synclinal primaire, mais sur le fond du synclinal tertiaire résultant de l'accentuation du premier. Si l'on se rappelle, pourtant, que l'axe du synclinal primaire est incliné de 45° vers le Sud, et si l'on admet que les sédiments tertiaires aient une épaisseur de 50 mètres, le fond du synclinal tertiaire, au toit des couches, sera tout au plus à cinquante mètres *au nord* de celui du Primaire, conformément à la fig. 4; or, le fleuve coule sur le bord *sud* du synclinal primaire.

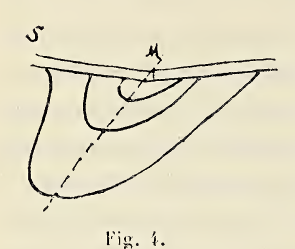


Fig. 4.

Nous nous demandons, en outre, si l'accentuation du synclinal houiller dirigera l'écoulement des eaux vers l'ENE. Dans son ensemble, ce bassin est plus profond vers Mons que vers Liége; l'accentuation d'un tel système expliquerait la formation d'une dépression ayant un écoulement vers l'Ouest, plutôt que vers l'Est comme nous le constatons. Il faut, pour produire un tel écoulement, qu'il y ait eu une pente générale vers l'Est, ce qui nous semble ne s'être présenté que lors de la formation du golfe du Rhin [1].

D'ailleurs, le Crétacé de la Hesbaye, dont l'allure est si bien connue par les exploitations de phosphate et les galeries des eaux alimentaires de la ville de Liége, ne montre pas, aux environs de la vallée de la Meuse, une pente vers le Sud, comme cela devrait exister dans l'hypothèse de l'accentuation du synclinal houiller.

Comment, d'ailleurs, expliquer, dans l'hypothèse de M. Cornet, la direction de la Mehaigne et du Geer, nettement parallèle à celle

» donc pu être facilité et guidé par la nature même des roches houillères, » mais il a été *guidé*, *facilité* et même *provoqué* par une incurvation synclinale, probablement très peu prononcée, des couches tertiaires, due elle- » même, comme le synclinal tertiaire de la Haine, soit à une accentuation » du synclinal devono-carbonifère du bassin de Namur, soit à un affaisse- » ment d'ensemble de ce bassin. »

[1] Dans une communication non encore publiée, MM. Lohest et Forir ont montré que les fractures de l'est de la Campine, ainsi que celles de Bleyberg, de Moresnet, de Battice, et peut-être certaines cassures de la Hesbaye sont en relation avec l'effondrement oligocène de la vallée du Rhin au nord de Bonn, effondrement vraisemblablement en relation avec les phénomènes éruptifs de l'Eifel.

de la Sambre-Meuse, quand, du moins pour le Geer, on ne peut voir aucune concordance entre un synclinal quelconque et le cours de la rivière? L'auteur se pose, d'ailleurs, lui-même cette question vis-à-vis de la Sambre en amont de Marchiennes et la laisse sans réponse (1).

Nous croyons donc qu'il faut attribuer la direction ENE. du sillon Sambre-Meuse à la faible résistance à l'érosion des schistes houillers et siluriens, bordés de roches dures, dévoniennes et carbonifères ; le sens de l'écoulement des eaux serait dû à l'affaissement du golfe du Rhin. Nous sommes ainsi amené à devoir remonter au-delà du Pliocène, pour nous figurer l'évolution du Geer.

Que se passa-t-il durant le Pliocène? Nous avons dit que rien ne nous permet d'affirmer que la région du Geer ait été envahie par la mer diestienne. Peut-être émergeait-elle, et il nous serait très difficile de déterminer ce que fut le drainage à cette époque. Mais il est certain que le relèvement post-diestien se fit avec un axe horizontal à peu près W.-E., dans l'est de la Belgique, entraînant avec lui la formation de sillons de direction approximativement nord ; la vallée Lowaige-Tongres, prolongée par celle du Démer, put parfaitement emporter les eaux pluviales vers la mer (2) ; il en est de même pour la Meuse de Liége-Maeseyck.

Le dépôt des cailloux du Campinien donne de précieuses indications pour reconstituer le système hydrographique de l'époque de cette formation. Comme nous l'avons montré précédemment, il existe un vaste delta caillouteux, dont la tête se trouve à Liége ; un de ses bras, le plus occidental et vraisemblablement le plus récent, occupe le sillon Wonck-Glons-Tongres et celui du Démer.

A la cessation du dépôt des cailloux, l'évolution est plus incertaine. La Meuse a-t-elle continué à occuper son bras occidental? Rien, nous semble-t-il, ne nous permet de répondre à cette question. Nous croyons que la Meuse s'est retirée vers l'Est, repoussant en même temps la tête de son delta de plus en plus vers le Nord, tandis que le cours supérieur du Geer se continue par celui du Démer (3).

(1) Voir son mémoire, p. 486.

(2) C'est, d'ailleurs, l'idée qu'a émise M. Cornet, dans son mémoire déjà cité.

(3) Ainsi que le figure M. Mourlon, comme nous le rappellerons plus loin.

L'abaissement du niveau de la Meuse, qui s'est ensuite produit, a exigé l'approfondissement de la vallée du fleuve [1]; la conséquence de ce nouveau creusement est la suivante : le ruisseau qui occupait les anciens bras du delta de la Meuse Nederheim-Glons-Wonck-Canne, va creuser énergiquement cette vallée et ne tardera pas à venir capter le cours supérieur de la rivière Geer-Démer, dont l'accentuation du profil est beaucoup moins rapide.

Le cours actuel est donc établi; la vallée de la rivière inférieure s'est approfondie rapidement, en même temps que le ruissellement entaillait profondément tout le bassin oriental, formant ainsi les ravins sur lesquels nous reviendrons plus loin.

A notre époque, on assiste à un remblayement général de la vallée du Geer, conséquence de celui de la Meuse; celui-ci serait vraisemblablement en relation avec le mouvement positif assez probable que l'on s'accorde généralement à voir de nos jours sur les côtes de la Hollande.

Il y a un fait étrange et sur lequel nous avons déjà attiré l'attention dans notre introduction : pourquoi le Geer qui, vers Emael, se rapproche de la Meuse de moins de 1 200 mètres [2] ne s'est-il pas jeté dans le fleuve à cet endroit? La chose est d'autant plus remarquable que le terrain est de la craie fissurée. En y regardant de près, on s'aperçoit que, précisément, la craie montre un bien plus grand nombre de fentes en ce point qu'en tout autre; une faille verticale, dont la lèvre septentrionale s'est effondrée d'un mètre, s'observe même sur le versant gauche de la Meuse, en face du minimum de largeur du plateau. A Slavante, toujours dans le talus de la rive gauche de la Meuse, des orgues géologiques sont visibles, avec de larges crevasses; l'idée vient que les eaux du Geer ont essayé de rejoindre souterrainement le fleuve.

Mais le remblayage de la vallée s'est alors effectué ; un revêtement d'alluvions dans le lit du Geer, et de limon de lavage sur les versants du plateau, s'est constitué et a intercepté, par son imperméabilité relative, les communications qui se faisaient pendant le

[1] Cet abaissement pourrait peut-être s'expliquer par les idées de MM. Rutot et Van den Broeck quant au relèvement post-flandrien que le premier signale dans ses « Origines du Quaternaire en Belgique », déjà cité.

[2] Le plateau qui sépare les deux valées a à peine 700 mètres, en y comprenant les talus.

creusement de la vallée. L'action mécanique des eaux a donc été arrêtée, du moins dans sa plus grande partie.

Cela ne veut nullement dire que la dissolution ne se continue pas. Toute lente qu'elle soit, elle détruirait la faible barrière qui arrête, à Eben, la communication du Geer et de la Meuse. Il y a là à dissoudre une hauteur moyenne de 30 mètres de craie. Les eaux de pluie qui passent à travers cette roche y prennent 1/4 gramme de calcaire par litre (1), c'est-à-dire qu'une hauteur d'eau d'un mètre, traversant le sol, dissout environ 0.1 $^{m}/_{m}$ de craie; en trente ans, avec les pluies actuelles, environ 1 $^{m}/_{m}$ de roche est donc emporté; les 30 mètres de calcaire, en ne tenant pas compte des silex, seraient donc enlevés en 900 000 ans, par la seule action chimique des eaux. Il est d'ailleurs vraisemblable, qu'avant cette époque, les conditions actuelles seront complètement changées; ce calcul n'a donc aucune prétention à la moindre importance.

Idées précédemment émises sur l'évolution du Geer.

On s'est peu occupé des divers stades successifs de la rivière que nous étudions. Nous allons rencontrer les idées exprimées à ce propos.

Citons d'abord une carte de M. Mourlon (2), sur laquelle il figure le Geer comme ayant été, antérieurement au Campinien, la branche supérieure du Démer (fig. 5). Mais l'auteur n'en parle pas dans son texte. Il semble, néanmoins, que nous sommes arrivé à la même idée que M. Mourlon.

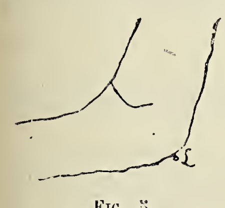


Fig. 5.

M. Van den Broeck, dans ses « Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer, etc. » (3) présente des observations différentes des nôtres. Il dit :

« La question des gros blocs gréseux qui » se présentent sous forme d'erratiques, » paraît assez complexe. Ces grès semblent » provenir de deux régions bien distinctes. Les uns, mélangés

(1) La teneur des eaux de Liége en $CaCo^3$ est de 0.2748 gr. par litre.

(2) M. Mourlon. Essai d'une monographie des dépôts marins et continentaux du Quaternaire moséen, le plus ancien de la Belgique. *Mém.* in-4° *Soc. géol. de Belg.*, t. I, pp. 121-177, pl. V, 1900.

(3) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIV, *Proc.-verb.*, pp. 294-295, 1900.

» au cailloutis dit « moséen » [1], lequel atteint parfois sur les » plateaux de la région d'aval du Geer une dizaine de mètres de » développement, y constituent des apports sporadiques parais- » sant, ainsi que les autres éléments moins volumineux du cailloutis » moséen, venir, par voie fluviale, des hauteurs de l'Ardenne.

» La nature de certaines roches hétérogènes du cailloutis, la » curieuse localisation et la situation de certains des alignements » de ce dépôt fluvial, dit moséen, font penser que la vallée de » l'Ourthe a dû naguère contribuer directement à leur formation, » en se prolongeant au Nord de son confluent actuel avec la Meuse. » Cette rivière aurait eu ainsi un cours d'aval Sud-Nord, dont il » resterait comme vestiges certains sillons, comblés aujourd'hui » par des éléments caillouteux d'âge moséen, mais d'origine dis- » tincte par conséquent de ceux que roulaient les eaux du grand » sillon fluvial moséen proprement dit, qui coulait aussi du Sud » au Nord, mais un peu plus à l'Est.

» Il y aura même lieu d'étudier ultérieurement si le curieux » tronçon de la vallée du Geer, transversal à sa direction générale » WSW-ENE, qui forme le crochet SE-NE de Glons, Sluse et » Nederheim, ne constitue pas l'indication d'une des parties » d'aval de cette ancienne Ourthe d'outre-Meuse, qu'un phéno- » mène de capture aurait rattachée au Geer. Ce n'est là qu'une » simple hypothèse, mais elle mérite d'être étudiée, au même titre » que celle d'une relation possible de ce tronçon, si spécialement » orienté, de la vallée du Geer, avec une *faille*, dont certains » indices font soupçonner l'existence, tout au moins à Tongres, » dans le prolongement d'amont du dit tronçon ».

Nous voudrions faire deux observations :

1° Nous avons trouvé, à Canne, des morceaux de porphyroïde

[1] Le Moséen de M. Van den Broeck n'est autre chose que le Campinien de la légende de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40 000e. Il est, du reste, même dans la Carte géologique, bien d'autres anomalies d'interprétation. Ainsi, tandis que la légende renseigne, sous la notation *q1m* du Moséen, le « Limon non ossifère des hauts plateaux de la Sambre et de la » Meuse », on ne voit pas une seule notation *q1m* sur les feuilles de la Carte géologique, avoisinant la Meuse. Il est bon, cependant, d'ajouter que la feuille Alleur-Liége porte la mention « Les dépôts du haut plateau hesbayen, » renseignés, sur la carte, sous les notations *q3m* et *q3n* doivent être rapportés au terme *q1n*. H. F. »

de Mairus, montrant clairement que la Meuse de Dinant a coulé dans la vallée actuelle du Geer.

2° La faille à laquelle l'auteur signale la possibilité de rattacher la section Glons-Nederheim n'existe qu'un peu au nord du bras septentrional du Geer, au sud de Tongres.

Nous ne nous expliquons, d'ailleurs, cette vallée que par le raccord de deux affluents subséquents des deux sillons d'ordre principal Lowaige-Tongres et Glons-Wonck.

M. Dollfus (1) parle du Geer dans les termes suivants : « La sortie » de la Meuse du synclinal houiller au-dessous de Liège doit nous » arrêter aussi un instant. On peut l'expliquer soit par un phéno- » mène de capture régressive d'une rivière comme le Geer, remon- » tant depuis Maestricht et franchissant l'anticlinal rocheux du » Dévonien-carbonifère de Visé pour gagner Liège, soit par une » autre méthode », l'accentuation d'un synclinal transversal situé entre les deux anticlinaux transversaux de Gemmenich et de Fontaine-l'Evêque.

Nous pensons que l'existence de ce Geer est bien problématique, et nous ne voyons aucunement la nécessité de l'invoquer pour expliquer ce qui s'est passé.

Nous avons rencontré plus haut la théorie de M. Cornet, où le savant professeur donne tous les cours d'eau au nord de la crête ardennaise comme nés après le départ de la mer diestienne.

Dans cette hypothèse, le Geer apparaît comme un type de rivière transséquente, venant couper les cours d'eau à écoulement NNE., résultant de la régression des affluents subséquents de ces cours d'eau.

« Or, cette disposition » en espalier « d'un système hydrogra- » phique est bien connue », dit-il (2) «. C'est celle qui se présente » fréquemment, dans les circonstances normales, quand un réseau » hydrographique se développe à la surface d'une plaine côtière » régulière, pendant que se fait un abaissement continu du niveau » de base. Des cours d'eau conséquents s'embranchant les uns » dans les autres à mesure du retrait de la mer engendrent un

(1) G. Dollfus, Relations entre la structure géologique du bassin de Paris et son hydrographie. *Ann. de géogr.*, t. IX, p. 331, 1900.

(2) J. Cornet. *Loco citato*, p. 469.

» tronc important (tel l'Escaut d'Anvers engendré, par exemple, » par la Dendre et la Senne). Des affluents subséquents de ce » tronc puissant, poussant leur tête vers l'amont, arrivent à » capturer des rivières conséquentes primitives voisines, parallèles au tronc principal (tel l'Escaut de Wetteren allant capturer » l'Escaut d'Audenarde et la Lys et, de l'autre côté, la Dyle de » Malines allant s'emparer de la Dyle de Louvain, de la Gette et » du haut Démer). » L'auteur expliquera encore ainsi la formation du bassin de la haute Dyle.

Si nous appliquons cette théorie au réseau du Geer, nous pourrons concevoir son évolution comme l'indiquent les deux figures schématiques ci-dessous (fig. 6 et 7). L'importance prise par un de

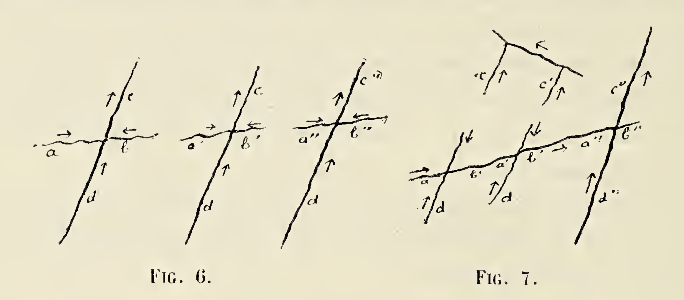


FIG. 6. FIG. 7.

ces cours d'eau pour une raison quelconque, *d'' c''* par exemple expliquera la régression de *a''* vers *b''* et la capture de *b' d' a'* ; une pente plus rapide vers *a''* causera le détournement de *b d* et *a*, au profit de *a' b' a'' c''*. Tandis que les sillons *c d*, *c' d'*, *c'' d''* représentent les sillons NNE. du Démer, du Geer et de la Meuse, *a b a' b' a'' b''* figure les sillons WSW.-ENE. du Geer. La théorie de l'auteur demanderait pourtant la perpendicularité, au moins dans l'ensemble, des deux directions des courants. Il est loin d'en être ainsi; leur angle d'incidence est d'environ 45°.

CHAPITRE III.

Orographie du bassin du Geer.

DÉTERMINATION DES LIMITES DU BASSIN.

Nous entendons, sous le nom de *bassin superficiel* d'une rivière, l'étendue du terrain à la surface duquel l'écoulement des eaux se fait vers cette rivière. Il peut ne pas correspondre exactement au *bassin d'alimentation*, celui-ci comprenant, en outre, un *bassin souterrain* drainé par les sources.

Or, l'allure des nappes et, par conséquent, leur écoulement, dépendent non seulement du relief du sol, mais encore de la disposition des couches du terrain. Nous aurons un cas de cette non-concordance des deux bassins pour le Geer ; au nord de la rivière, les couches inclinent vers le NNW., entraînant les eaux dans ce sens ; une partie seulement des eaux d'infiltration du versant gauche profitera donc à la rivière. En outre, le bassin souterrain s'étendra au sud de la crête orographique du bassin superficiel ; toutefois, les renseignements si nombreux que l'on peut tirer du rapport de M. G. Dumont [1] sur l'allure de la nappe aquifère, laissent supposer que cette différence est peu sensible.

Déterminer le bassin superficiel du Geer, revient à tracer la ligne suivant laquelle les eaux pluviales se partagent entre le Geer et les rivières environnantes. Le procédé seul exact consistera donc à remonter les vallées, sèches ou non, qui aboutissent au Geer et à indiquer la limite là ou la pente change de sens et mène les eaux vers une autre rivière. En agissant ainsi, on peut déterminer la ligne de partage des eaux avec toute l'exactitude que permet l'emploi des cartes topographiques militaires au 20 000e. Deux remarques s'imposent.

1° Il est difficile de préciser cette ligne ; il est, en effet, erroné de s'imaginer qu'en arrivant dans ses environs, la pente augmente ; au contraire, elle diminue. La cause de l'erreur commise réside

[1] G. DUMONT. Les eaux alimentaires de la ville de Liége. Rapport à l'administration communale. *Bulletin administratif de la ville de Liége. Annexes*. Liége, Redouté, 1856.

en ce que l'on indique trop étroitement la brachistochrone comme étant la courbe représentant la projection, sur un plan vertical, de l'écoulement des eaux et, par conséquent, du travail de l'érosion. La grande facilité de la destruction de toute crête un peu mince par toute la série des agents de la dénudation et le travail de l'homme, expliquent pourquoi il ne peut en être ainsi. La ligne de partage des eaux court donc, non sur une crête, mais sur un plateau plus ou moins large, sur lequel le sens du ruissellement sera même variable. Les coupes que nous avons dû tracer perpendiculairement au sens général du cours du Geer, montrent bien cette imprécision. Nous ne pensons pas qu'on puisse fixer à moins de cent mètres la limite d'exactitude.

2° Notons encore, et ceci surtout est important, que la ligne de partage est loin d'être la ligne joignant les plus hauts sommets s'élevant entre les systèmes hydrographiques. Presque toutes nos coupes montrent la non-concordance du passage de la ligne de partage avec leur point le plus élevé. On remarque que la ligne de faîte se trouve, à gauche comme à droite du Geer, au sud de cette ligne de partage. Le fait s'explique d'ailleurs fort bien.

Soit un terrain disposé comme l'indique le croquis et la coupe ci-dessous (fig. 8). Des eaux vont circuler de part et d'autre de la

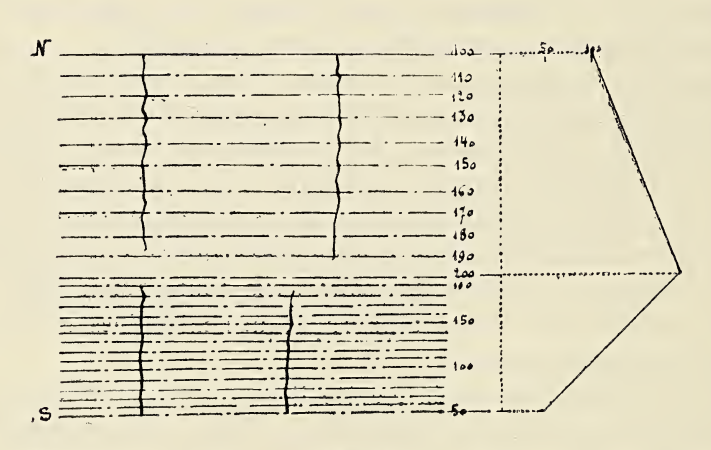


Fig. 8.

crête. Mais comme la pente est plus rapide vers le Sud que vers le Nord, le travail des ruisseaux de direction sud est plus actif que celui des ruisseaux dirigés vers le Nord. Les premiers pourront

reculer rapidement leur tête vers la crête et dépasser celle-ci, donnant aux lignes hypsométriques l'allure indiquée à la figure 9,

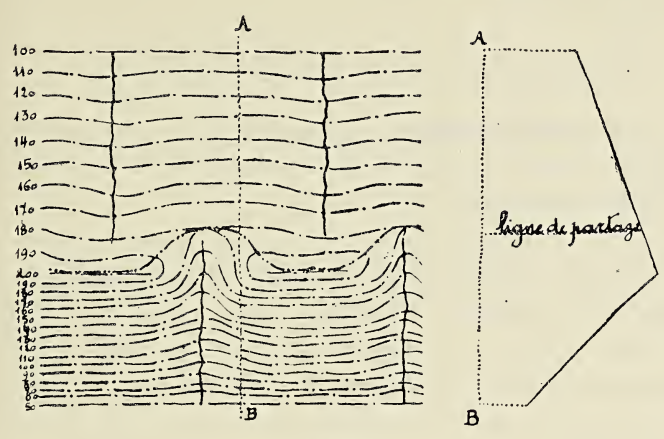


Fig. 9.

et arriveront ainsi à draîner une partie du versant nord; la ligne de partage sera donc reportée au Nord, comme l'indique le trait interrompu par deux points. Une coupe faite suivant A B donnera ce que nous avons remarqué dans le versant droit du Geer.

Le profond sillon de la Meuse a imprimé aux lignes de niveau l'allure indiquée à la figure 8; le ruissellement les a modifié comme dans la figure 9. Le cas est identique pour le versant gauche; la vallée du Geer joue le même rôle vis-à-vis du système du Démer que celui de la Meuse auprès du Geer.

Dans un système plus normal, s'établissant parallèlement à la pente générale, et non, comme nous le montrerons plus loin pour

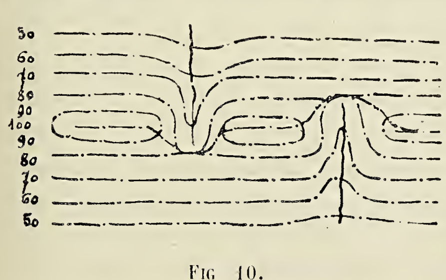


Fig 10.

le Geer, perpendiculairement à cette pente, l'inclinaison des versants, toutes choses d'ailleurs égales, devient la même de part et d'autre de la ligne de faîte. Dès lors, la régression se fait avec une égale rapidité de part et d'autre de la crête, et la ligne de partage des eaux est sinueuse autour de la ligne des

plus hauts sommets, comme nous l'indiquons dans la figure 10. C'est, par exemple, le cas pour les ruisseaux de direction nord qui constituent le Démer.

Allure de la ligne de partage des eaux.

Nous avons indiqué la ligne de partage des eaux sur la planche II. Nous pouvons donc en suivre le développement à partir de son point le plus occidental.

De ce point, d'altitude 155, nous voyons les eaux s'écouler dans trois directions : au Sud, dans le bassin de la Mehaigne, au Nord dans celui de la Gette, à l'Est dans celui du Geer. La ligne de partage entre le Geer et la Gette court vers le NNE., en s'abaissant doucement d'une vingtaine de mètres sur un parcours de 10 kilomètres. Elle tourne ensuite brusquement vers l'Est et, plus loin, vers l'ENE., laissant à gauche les eaux du Démer, courant à environ 130 mètres de hauteur, à la distance de un à deux kilomètres du Geer. Au nord de Waremme, la ligne s'abaisse, et ce, à mesure qu'elle tourne de plus en plus vers le NE. et le NNE. ; au nord de Tongres, sa hauteur dépasse à peine 100 mètres. En s'infléchissant à nouveau vers l'ENE., elle se relève de 20 mètres environ, à Herderen. Elle s'éloigne beaucoup plus ici du Geer, quelquefois de plus de cinq kilomètres. A partir de Herderen, elle descend à environ 95 mètres ; à l'ouest de Maestricht, à 800 mètres de la Meuse, elle s'affaisse rapidement vers le fleuve.

A droite du Geer, l'allure de la ligne de partage est sensiblement différente. Elle gravit immédiatement le plateau séparant le Geer de la Meuse, qu'elle suit, vers le Sud, à la hauteur de 120 mètres. En face de Lanaye, elle tourne pour prendre la direction SSW. jusque Liége, montant insensiblement jusque 200 mètres. Elle prend alors une direction générale WSW., faisant trois angles rentrants vers le Geer, en s'abaissant chaque fois, pour laisser pénétrer la tête des ruisseaux d'Ans, de Hollogne et de Hozémont, au nord d'une ligne de sommets de 200 mètres, orientée WSW. Près de Verlaine, la ligne tourne vers l'ENE., pour revenir au point de départ, en s'abaissant de 200 à 155 mètres, avec la même allure qu'à partir de Liége, reculant vers le Geer et s'abaissant plusieurs fois devant des ruisselets qui se jettent dans la Mehaigne.

En schématisant cette ligne de partage, nous pourrions représenter le bassin du Geer comme l'indique la figure 11.

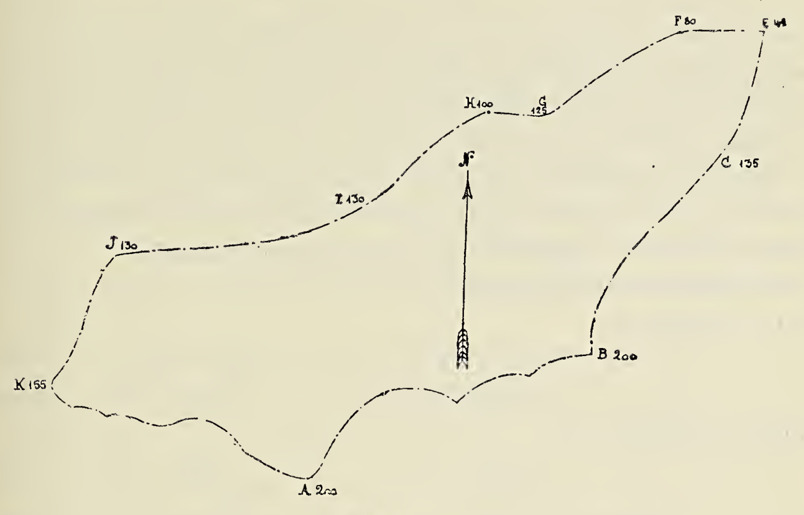


FIG. 11.

Ce qui frappe, dans ce croquis, c'est : d'abord la ligne de partage AB, tangente à la ligne de faîte à la hauteur de 200 mètres; la direction générale de ces deux lignes est WSW.-ENE. D'autre part, la section JI, de direction WSW.-ENE. également, se maintient à la hauteur de 130 mètres. Dès que la ligne de partage recule vers le Nord, elle s'abaisse; il en est ainsi pour les sections KJ, IH, BC, CE. Le plan tangent à AB et IJ, comprendrait les lignes AK et JK.

Que conclure de ces faits d'observation ? Le système du Geer s'est imposé sur un plan incliné, dont les lignes hypsométriques sont actuellement dirigées ENE.-WSW., avec pente NNW. Quant aux angles rentrants compris entre A et B, nous avons expliqué plus haut leur raison d'être. Les sections qui limitent la partie orientale du bassin se trouvent en dessous du plan incliné dont nous parlons. Nous pressentons déjà là un effet de l'érosion.

IMPORTANCE DE L'ÉROSION.

Altitude moyenne du bassin — Pour calculer l'importance de l'érosion, il faudra, tout d'abord, établir l'altitude moyenne. La

solution de ce dernier problème consistera donc à mesurer le volume des terres au-dessus de o ; le nombre exprimant ce volume, divisé par celui de la superficie, donnera l'altitude moyenne.

Superficie du bassin. — A défaut de planimètre, nous avons recherché la surface du bassin du Geer au moyen de papier quadrillé au demi-centimètre et par la division en trapèzes et triangles, sur les planchettes au 20 000ᵉ. La moyenne des résultats de chaque planchette a été prise. L'écart maximum n'a été que de six hectares. L'erreur d'opération est donc beaucoup moindre que celle qu'entraîne l'imprécision de la ligne de partage.

Les résultats obtenus sont :

	Versant gauche.	Versant droit.	Bassin
pour la Belgique :	13 098 hectares	34 604	47 702
pour la Hollande [1] :	605	300	905
Total :	13 703	34 904	48 607

En rapportant à 100 la surface totale, on trouverait, pour le versant de gauche 28.2, et pour celui de droite 71.8, c'est-à-dire que celui-ci est 2 1/2 fois aussi grand que celui-là. L'asymétrie des deux versants paraît donc frappante. On doit se demander quelle en est la cause. Nous y reviendrons dans la suite.

Notons encore que la superficie que nous venons d'indiquer ne doit pas subir de modification du chef du système de projection employé pour le levé de la carte ; cette projection est la projection conique sur le parallèle moyen du pays et, étant équivalente, donne les surfaces en vraie grandeur.

Volume. — 1° Le procédé le plus exact serait le suivant : on mesurerait au planimètre la surface comprise entre deux courbes de niveau successives, distantes d'un mètre, en partant de la courbe la plus basse pour finir à la plus élevée ; chacun des nombres ainsi trouvés serait multiplié par celui qui exprime la hauteur de la courbe inférieure augmentée de 0.50 m. La somme de tous ces produits donnerait le volume demandé.

[1] Les nombres ont été obtenus sur la feuille de Maestricht de la carte de la Hollande au 50 000ᵉ.

On conçoit l'impraticabilité du procédé, eu égard à sa longueur et à la difficulté de suivre assez exactement les courbes de niveau; d'ailleurs, les erreurs de la carte rendraient illusoire la précision obtenue.

2° Pour procéder à l'étude de l'orographie, nous avons effectué des coupes transversales à la direction générale du Geer; elles nous ont permis de calculer le volume d'une façon assez précise.

Nous avons mesuré, sur chacune d'elles, la surface comprise entre la ligne o et la ligne d'intersection de la surface du sol avec le plan vertical, tant sur le versant gauche que sur le versant droit [1]. Connaissant, en outre, les longueurs horizontales des versants sur ces coupes, nous possédons les éléments nécessaires au calcul.

Soient A, B, C, D... les surfaces des coupes 1, 2, 3, 4... sur le versant gauche; a, b, c, d... les longueurs horizontales correspondantes. Le volume compris entre deux coupes successives peut être considéré comme celui d'un tronc de prisme quadrangulaire; pour calculer sa mesure, il faudra connaître la surface de sa base et la demi-somme des altitudes moyennes, calculées sur chacune des deux coupes. Soient α, β, γ, δ... ces hauteurs. Quant à la base, elle sera donnée par le produit de la distance séparant deux coupes, soit 2 000 mètres, par la demi-somme des longueurs horizontales de ces deux coupes.

Le volume du premier prisme s'exprimera donc comme suit :

$$\frac{a+b}{2} \times 2\,000 \times \frac{\alpha+\beta}{2}$$

Celui du deuxième prisme, par :

$$\frac{b+c}{2} \times 2\,000 \times \frac{\beta+\gamma}{2}$$

En ajoutant à la somme des volumes ainsi obtenus, celui des deux prismes triangulaires terminaux, on obtiendra le volume du versant de gauche. Le même procédé sera employé pour celui de droite.

Les éléments du calcul figurent aux pages M 54 et 55.

(1) Cette mesure nous était permise par l'emploi de papier millimétré.

Versant de gauche.

N° de la coupe	Surface en mètres carrés	Longueur en mètres	Altitude moyenne	Moyenne des longueurs de 2 coupes successives	Moyenne des altitudes moyennes de 2 coupes successives	Volume en décamètres cubes
1	268 380	1 800	149.1	1 590	144.3	458 874
2	192 648	1 380	139.6	2 220	137.2	609 168
3	412 488	3 060	134.8	3 780	133.6	1 010 016
4	595 800	4 500	132.4	4 630	128.5	1 189 910
5	593 096	4 760	124.6	3 980	124.5	991 020
6	397 760	3 200	124.3	2 430	120.6	586 116
7	194 054	1 660	116.9	1 400	119.1	333 480
8	138 168	1 140	121.2	1 050	118.2	248 220
9	110 592	960	115.2	1 030	116.2	239 372
10	128 920	1 100	117.2	990	117.1	231 858
11	102 960	880	117	1 240	114	282 720
12	177 600	1 600	111	1 650	108.6	358 380
13	180 370	1 700	106.1	1 780	102.4	364 544
14	183 582	1 860	98.7	1 410	96.4	271 848
15	90 432	960	94.2	1 040	95.8	199 264
16	109 200	1 120	97.5	2 710	98	531 160
17	423 550	4 300	98.5	4 950	110.4	1 092 960
18	684 880	5 600	122.3	5 970	118	1 408 920
19	720 858	6 340	113.7	5 860	108.6	1 272 792
20	557 368	5 380	103.6	5 940	103.2	1 226 016
21	668 200	6 500	102.8	4 090	103.9	849 902
22	176 400	1 680	105			
		59 740				

Prismes terminaux

	base	hauteur moyenne	
0	82 800 m²	151	12 502.8
23	336 000	63	21 168
		Total.	13 790 210.8

Versant de droite.

N° de la Coupe	Surface en mètres carrés	Longueur en mètres	Altitude moyenne	Moyenne des longueurs de 2 coupes successives	Moyenne des altitudes moyennes de 2 coupes sucsessives	Volume en décamètres cubes
1	206 892	1 260	164.2			
				2 320	156.1	724 304
2	499 902	3 380	147.9			
				4 390	145.7	1 279 246
3	774 900	5 400	143.5			
				4 830	151.8	1 466 388
4	682 452	4 260	160.2			
				5 130	155.7	1 597 482
5	907 200	6 000	151.2			
				9 220	154.1	2 841 604
6	1 951 836	12 440	156.9			
				12 850	151.2	3 885 840
7	1 930 656	13 260	145.6			
				11 750	144.9	3 405 150
8	1 475 584	10 240	144.1			
				10 120	142.3	2 880 152
9	1 406 000	10 000	140.6			
				9 700	143.3	2 780 020
10	1 372 400	9 400	146			
				10 680	146.6	3 131 376
11	1 760 512	11 960	147.2			
				11 680	144.6	3 377 856
12	1 619 940	11 400	142.1			
				11 560	144	3 329 280
13	1 709 948	11 720	145.9			
				12 560	146.5	3 680 080
14	1 969 800	13 400	147			
				13 550	142.8	3 869 880
15	1 898 820	13 700	138.6			
				13 390	138.9	3 719 742
16	1 820 736	13 080	139.2			
				10 220	139.3	2 847 292
17	1 026 720	7 360	139.5			
				5 560	136.2	1 514 544
18	499 704	3 760	132.9			
				2 890	126.2	729 436
19	241 592	2 020	119.6			
				2 110	117.3	495 006
20	253 000	2 200	115			
				1 630	108.9	355 014
21	108 968	1 060	102.8			
				3 300	99	653 400
22	527 408	5 540	95.2			
		172 840				

Prismes terminaux

	base	hauteur moyenne	
0	579 600	161.1	93 373.56
23	11 080 000	80	886 400
			49 542 865.56

Le versant gauche donne :	13 790 210 800 m^3
Le versant droit donne :	49 542 865 560
Le bassin entier donne :	63 333 076 360.

La surface sous-jacente à chacun de ces volumes peut être obtenue à l'aide des tableaux des pp. M 54 et 55.

Elle est, en effet, pour le versant gauche :

$$\left(\frac{a+b}{2}+\frac{b+c}{2}+\frac{c+d\ldots\ldots}{2}\right)\times 2\,000,$$

somme à laquelle il faut ajouter les bases des prismes terminaux. La première partie de cette somme sera le total des cinquièmes colonnes multiplié par 2 000. On a donc :

versant gauche :

prismes quadrangulaires :	119 480 000 m^2	
prisme 0	82 800	
prisme 23	336 000	
	119 898 800	119 898 800 m^2
versant droit		
prismes quadrangulaires :	338 880 000 m^2	
prisme 0	579 600	
prisme 23	11 080 000	
	350 539 600	350 539 600
bassin entier		470 438 400

Nous remarquons une différence assez sensible et d'ailleurs compréhensible avec les surfaces trouvées par la mesure directe,

gauche : 13 703 hect.
droite : 34 904.
bassin entier : 48 607.

Nous employerons, dans le calcul que nous faisons, les nombres que nous venons d'établir.

Nous pouvons maintenant rechercher l'altitude moyenne. Les nombres qui l'exprimeront seront :

versant gauche : 13 790 210 800 : 119 898 800 = 115
versant droit : 49 542 865 560 : 350 539 600 = 141.3
bassin entier : 63 333 076 360 : 470 438 400 = 134.6.

Jusqu'à quelle limite peut-on garantir l'exactitude de ces nombres? Cette limite ne peut être évidemment plus petite que celle de la carte elle-même; en la fixant à deux mètres, on se rapproche de la vérité.

3° Généralement, dans un calcul de l'altitude moyenne d'une région, on se contente d'assimiler le volume à mesurer à une série de prismes ayant pour hauteur l'altitude moyenne de chacune de ces coupes, pour longueur et largeur de la base, la longueur de la coupe et la distance séparant deux coupes successives, ce qui revient à faire la somme des surfaces de chacune des coupes et à les multiplier par la distance entre deux coupes successives. La superficie par laquelle il faudra diviser ce volume s'obtiendra par la somme des longueurs des coupes, multipliée par la distance entre deux coupes.

On aura ainsi :

versant gauche	: 7 107 306	: 61 480	=	115.6
versant droit	: 24 644 970	: 176 280	=	142.6
bassin entier	: 31 752 276	: 237 760	=	133.5

L'écart observé entre les résultats obtenus par ces deux procédés est donc moindre que la limite d'erreur provenant de la carte.

4° Ayant pensé que des coupes transversales à la direction générale du Geer auraient pu ne pas être influencées par les vallées secondaires, nous avons été amené à rechercher l'altitude moyenne par un autre procédé. Sur les cartes au 20 000e, nous avons relevé l'altitude de points situés de deux en deux centimètres sur des méridiens tracés à deux centimètres l'un de l'autre. La moyenne arithmétique des observations faites donne les altitudes suivantes :

versant gauche	: 97 328	: 876	=	111.3.
versant droit	: 319 338	: 2 223	=	143.7.
bassin entier	: 416 661	: 3 099	=	134.5.

Ce sont les nombres que nous adopterons, ce dernier procédé nous paraissant le plus sensible; il écarte, en effet, la cause d'erreur résultant du tracé des coupes. Ces nombres diffèrent peu, néanmoins, de ceux que nous avons obtenus plus haut.

Si nous avons insisté plus qu'il ne le faudrait peut-être sur le calcul de l'altitude moyenne, c'est que nous avons jugé curieux de confronter les divers procédés employés ; on voit que l'écart des résultats obtenus est à peine plus grand que la limite d'erreur de la carte.

Nous pourrons, maintenant, apprécier l'importance de l'érosion. Les collines qui constituent la crête au nord du bassin s'élèvent à 130-135 mètres de hauteur. Au sud, la ligne de faîte est environ à 205 mètres. L'érosion s'est donc effectuée sur une plaine qui, actuellement, sans la dénudation, s'étendrait de la ligne 135 à la ligne 205. Son altitude moyenne serait de $\frac{135 + 205}{2} = 170$. L'érosion a donc emporté plus de 35 mètres de terres.

Ce nombre, qui nous paraît énorme, n'a d'ailleurs rien d'étonnant. Un coup d'œil jeté sur la coupe géologique jointe à ce travail, montre vite combien peu il est resté des sables tertiaires et avec quelle intensité les couches crétacées ont été dénudées.

En supposant la force d'érosion des eaux du Geer égale à celle des eaux de la Meuse actuelle, c'est-à-dire telle que, pour enlever un mètre cube de terres, matières en suspension et en solution réunies, il faudrait 6 000 mètres cubes d'eau [1], il serait aisé de se faire une idée du temps nécessaire pour effectuer l'érosion constatée. Fixons à 200 mètres cubes le débit moyen du Geer par minute. Pour une année, ce débit atteindra :

$$200 \times 1\,440 \times 365 = 105\,120\,000 \text{ m}^3$$

ce qui détermine l'érosion annuelle de :

$$105\,120\,000 : 6\,000 = 17\,520 \text{ m}^3 \text{ de terres.}$$

Sur une superficie de 485 000 000 de mètres carrés, il serait donc enlevé, chaque année, une épaisseur de terrain de :

$$17\,520 : 485\,000\,000 = 0.000\,036\,1 \text{ m., ou } 1/28 \text{ mm. environ.}$$

L'enlèvement d'une épaisseur de 35 mètres exigerait donc 970 000 ans. Il est évident que nous ne disons pas que c'est là le temps qu'il a fallu pour achever le travail que nous voyons accompli, car la vitesse avec laquelle il s'effectue est essentiellement

(1) W. Spring et E. Prost. Etude sur les eaux de la Meuse. *An. Soc. géol. de Belg.*, t. XI, *Mém.*, p. 123, 1884.

variable. D'ailleurs, la forte teneur en calcaire des eaux du Geer, indiquant un pouvoir d'érosion plus grand, devrait déjà faire diminuer ce nombre; nous avons dit plus haut que les eaux pluviales enlèvent actuellement 1/30 mm. de craie par an.

Si grand que nous paraisse, à première vue, le travail de l'érosion, il est cependant loin d'être achevé, ou, plus exactement, ce que l'on appelle l'état d'équilibre d'un système hydrographique n'est pas atteint; en d'autres termes, le bassin n'est pas devenu la pénéplaine, dans le sens où l'entendent M. de Lapparent et les géographes français. C'est ce que nous allons nous efforcer de montrer dans ce qui va suivre.

Orographie du bassin du Geer et surface théorique d'équilibre.

L'eau qui s'écoule à la surface du sol tend à donner au profil du lit qu'elle se creuse la forme de la courbe brachistochrone.

Toute variation dans le rapport de la longeur des deux axes de cette courbe, c'est-à-dire la projection horizontale du cours d'eau et la hauteur de sa tête au-dessus du niveau de base, entraînera une modification de son allure. Si le rapport de l'axe vertical à l'axe horizontal augmente, le rayon de courbure de la brachistochrone diminue et la courbe accentue sa concavité vers le ciel. Si ce même rapport diminue, le contraire se produit. Dans le premier cas, la rivière creuse son lit; dans le second, elle le remblaye.

Or, ce rapport est essentiellement variable. En supposant la longueur de l'axe horizontal invariable, celle de l'axe vertical peut changer, parce que le sol où est établie la tête du cours d'eau se soulève ou s'affaisse par suite d'une cause interne, ou parce que le niveau de base s'abaisse ou s'élève, pour une raison analogue ou par suite d'une variation dans la hauteur d'eau du fleuve dans lequel la rivière se jette. Ce sont là autant de raisons, déjà, pour la modification du « profil d'équilibre » du cours d'eau.

Si l'axe horizontal se modifie en grandeur, par suite du retrait ou de l'avancement du niveau de base, ou par suite d'un mouvement de la tête du cours d'eau par régression ou par capture, le profil s'accentue ou s'atténue encore.

Si enfin le même mouvement orogénique affecte la grandeur des deux axes, le sens de la variation de leur rapport indiquera le sens du changement du profil.

Ce qu'on appelle le « profil d'équilibre » sera-t-il jamais atteint? Nous ne le pensons pas. En effet, cet état d'équilibre exigerait la formation d'une véritable crête, à angle très aigu, sur le pourtour du bassin. Or, les autres actions érosives que celles de l'eau de ruissellement la feraient bientôt disparaître et, modifiant ainsi la grandeur de l'axe vertical de la courbe, feraient varier le rapport des axes et atténueraient le profil. Cette raison seule, en supposant que le sol puisse être immobile, empêchera la cessation du travail de l'eau, érosion dans le cours supérieur de la rivière et alluvionnement dans son cours inférieur.

Mais il n'en est pas moins vrai que la forme vers laquelle tend un terrain sous l'action des eaux courantes est indiqué par une coupe longitudinale axiale, présentant l'allure d'une brachistochrone et par des coupes transversales de même aspect. C'est donc ce que nous devrions trouver dans le système du Geer. Cette tendance se manifestera le mieux suivant le lit de la rivière et celui de ses affluents normaux.

Nous avons dressé, en nous servant de la carte topographique militaire au 20 000e, le profil du Geer et ceux de deux de ses affluents supérieurs. Ces coupes sont évidemment inexactes, mais en l'absence de renseignements plus nombreux que ceux que nous avons obtenus sur la hauteur des ponts du Geer, nous avons dû les faire au moyen des lignes hypsométriques. Comme les erreurs de la carte ne dépassent pas deux mètres, on con-

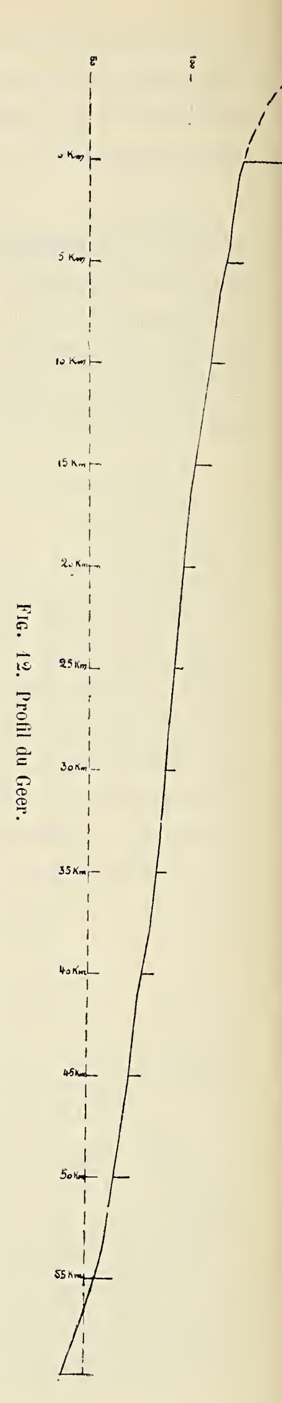


Fig. 12. Profil du Geer.

çoit qu'elles ne modifient pas, d'une façon bien appréciable, l'allure générale de la courbe.

Nous avons ajouté, au profil du Geer, celui de son prolongement, marqué par le thalweg de son vallon jusqu'à la ligne de faîte. Nous avons figuré, de cinq en cinq kilomètres, de combien s'est abaissé le fond de la vallée, par une droite tracée à l'échelle des hauteurs. L'épaisseur des alluvions n'est pas indiquée : les renseignements sont peu nombreux et les sondages n'indiquent pas l'épaisseur maximum.

Le dessin (fig. 12) permet immédiatement de se rendre compte de ce fait : le Geer ne présente l'allure de la brachistochrone que dans sa partie supérieure; le cours inférieur, au contraire, offre manifestement la convexité de sa courbe vers le ciel. Le point d'inflexion de la courbe se trouve vers Sluse, entre 80 et 85 mètres de hauteur. Cette anomalie se manifeste encore dans les différences de niveau de lieue en lieue. La pente kilométrique est même plus forte entre Sluse et Maestricht, qu'entre la source du Geer et Sluse; ces pentes sont respectivement $\frac{41}{23\,800} = 1.72\ ^0/_{00}$ (erreur maximum en plus ou en moins $0.08\ ^0/_{00}$) et $\frac{44}{35\,600} = 1.23\ ^0/_{00}$ (erreur maximum en plus ou en moins $0.06\ ^0/_{00}$). En prenant les erreurs positives et négatives, on aurait $1.64\ ^0/_{00}$ et $1.30\ ^0/_{00}$.

On doit donc immédiatement conclure à une anomalie extraordinaire dans ce profil; or, la vallée encaissée de la rivière commence précisément à Sluse ; il faut donc se demander s'il n'y a pas une relation entre ces deux faits.

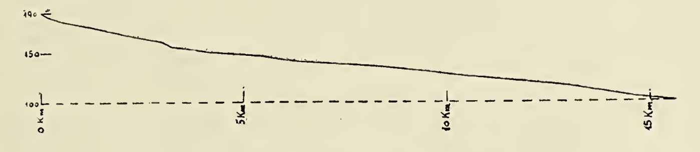


FIG. 13. Profil de la Yerne.

Le profil de la Yerne (fig. 13) paraît plus normal ; observons qu'elle se jette dans le cours supérieur de la rivière. Le ruisseau qui a sa source à Fresin, dénommé, sur la carte, Longue-Beek (fig. 14) et qui appartient aussi au bassin supérieur, est également normal.

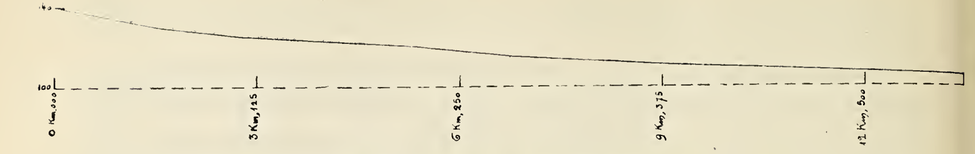


Fig. 14. Profil du ruisseau de Fresin.

Opposons à ces vallées tout ordinaires, tant dans leur profil que dans leur coupe transversale, les ravins si profondément encaissés, à versants quelquefois presque verticaux du cours inférieur du Geer, et l'on commencera à comprendre combien celui-ci est plus récent que le cours supérieur.

Cette idée se confirmera d'ailleurs dans la suite. Nous allons maintenement étudier le terrain lui-même.

Dans un système normal, l'altitude moyenne de toute coupe transversale à la vallée de la rivière, doit aller en diminuant de coupe en coupe et de plus en plus lentement à mesure que l'on se rapproche du confluent. Nous avons établi ces nombres précédemment (pp. M 54 et 55). Ils nous permettront de nous rendre compte de l'existence ou de la non-existence de la loi. Nous avons reporté ces nombres dans le diagramme suivant (fig. 15).

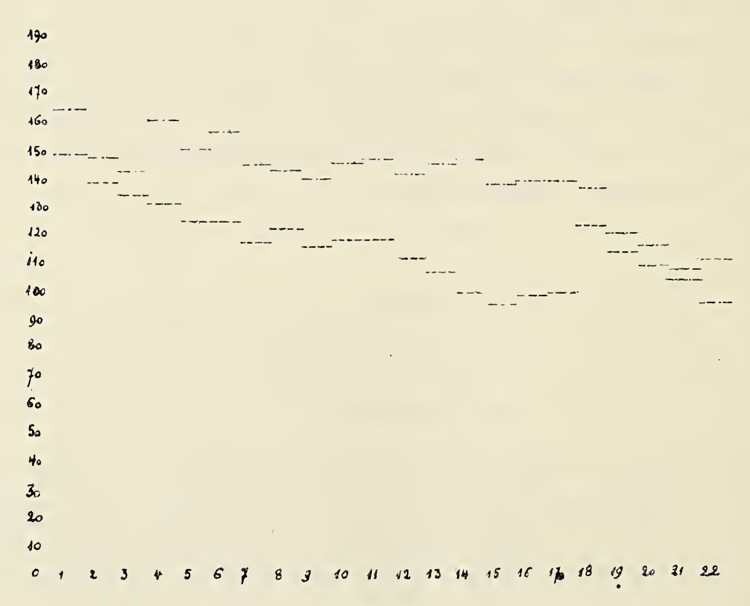


Fig. 15.

Versant de gauche. La loi se constate jusque vers la 15ᵉ coupe (Tongres); mais, à partir de la 16ᵉ, on voit l'altitude moyenne augmenter jusqu'à la 18ᵉ, où elle atteint 122.3; ensuite, elle diminue lentement jusque 105, à la 22ᵉ coupe. Remarquons encore que cette anomalie se produit à nouveau dans la région de la vallée du Geer inférieur.

Versant de droite. Le mouvement est plus complexe. Tandis que la 2ᵉ coupe donne 147.9, la 14ᵉ coupe indique encore 147, les intermédiaires oscillant autour de ces nombres. A partir de là, l'altitude moyenne diminue.

Pour le bassin entier, une seule remarque doit être faite : son altitude est surtout influencée par celle du versant de droite ; la grande superficie de celui-ci, relativement à celui de gauche, nous paraît en être la raison. Cet examen ne nous montre pas l'existence de la loi à vérifier.

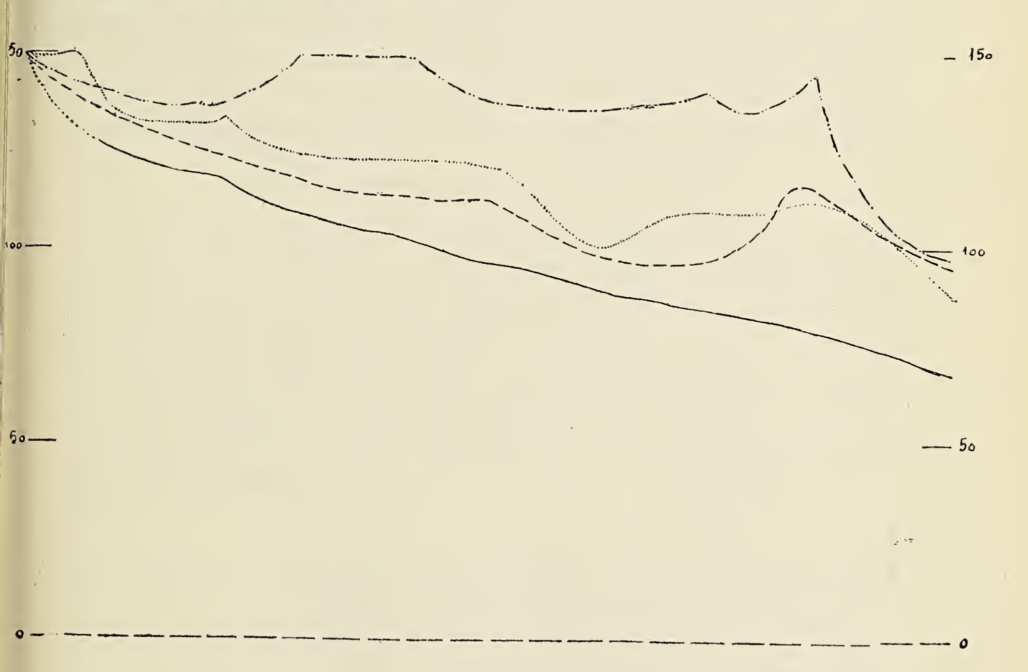


Fig. 16.

——— projection du Geer.
.... projection de la ligne de partage.
— — — — projection de la ligne d'altitude moyenne du versant.
—··—··— projection de la ligne d'altitude moyenne du bassin.

Nous avons calculé l'altitude moyenne à gauche et à droite du Geer, sur des coupes orientées suivant les méridiens et tracées de 400 en 400 mètres, au moyen des nombres obtenus dans le dernier procédé employé pour calculer l'altitude moyenne des versants.

Nous avons reporté, sur un diagramme, les résultats de cette opération; puis nous l'avons généralisé (fig. 16 et 17).

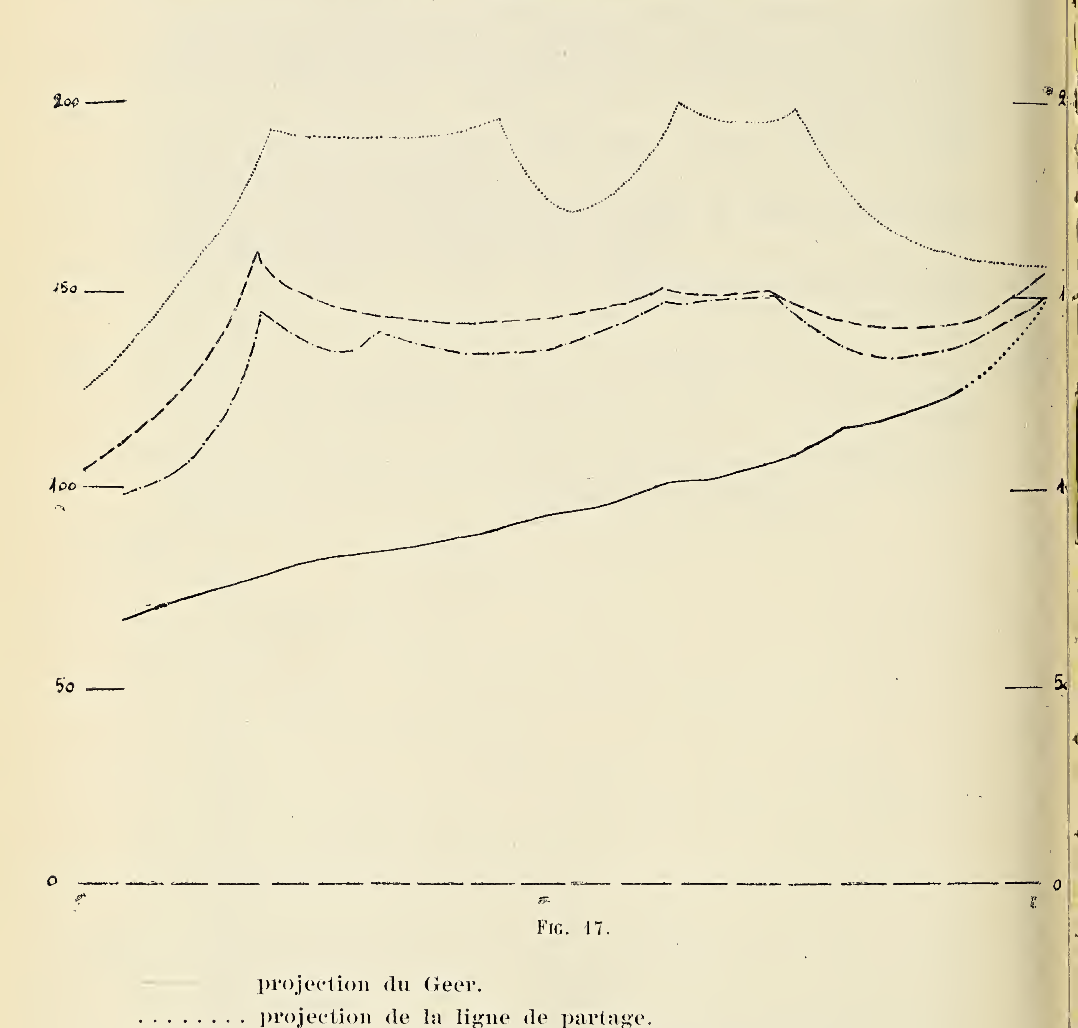


Fig. 17.

——— projection du Geer.
. . . . projection de la ligne de partage.
— — — — projection de la ligne d'altitude moyenne du versant.
— · — · — projection de la ligne d'altitude moyenne du bassin.

17 février 1905.

Versant de gauche. On voit la courbe de l'altitude moyenne descendre d'abord normalement; elle s'abaisse brusquement en face de Tongres, avec la ligne de partage des eaux. On est tenté de se demander si cette chute n'est pas due à la proximité du Démer; nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser. La courbe de l'altitude moyenne remonte et coupe la ligne de partage; ceci confirme absolument la remarque que nous avons faite précédemment, pp. M 47-50, à propos de la distinction à faire entre la ligne de faîte et la ligne de partage. Nous terminons les courbes au moment où le Geer tourne au Nord, dans sa dernière section.

Versant de droite. La discordance entre la ligne de partage et la ligne d'altitude moyenne s'accuse mieux ici. Cette dernière reste sensiblement parallèle à l'horizontale, même dans le cours inférieur du Geer. Remarquons encore que la ligne de partage s'élève d'abord, tout au contraire de celle de gauche, qu'elle tombe sous l'action de la régression du ruisseau de Hozémont, et qu'elle descend à partir de Liége, entraînant en même temps la ligne d'altitude moyenne. La conclusion à tirer de cet examen est toujours la même : le bassin supérieur est plus normal que le bassin inférieur.

Lignes d'érosion maximum et minimun.

Pour mieux apprécier la façon dont s'est effectuée l'érosion, nous avons recherché ce qu'on pourrait appeler les *lignes d'érosion maximum.* Nous avons fait passer une ligne tangente *extérieurement* à chacune des courbes de niveau de 90, 100, 110, etc. Ces tangentes déterminent bien le maximum actuel de l'érosion, comme l'indique le schéma ci-dessous (fig. 18). Nous pouvons ainsi nous figurer la forme vers laquelle les eaux de ruissellement tendent à sculpter le sol.

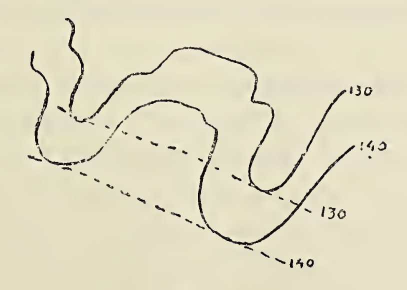


Fig. 18.

Les lignes d'érosion maximum sont marquées par un trait interrompu, sur la planche II. Ce procédé d'étude va nous expliquer bien des faits qui nous paraissaient étranges.

Nous voyons la ligne de 140 mètres naître sur le bord de la partie occidentale du bassin et tourner d'abord vers l'Est, ensuite vers l'ENE., en s'infléchissant un peu vers le Sud, sous l'influence de la vallée de la Yerne. Au nord de Liége, son allure devient difficile à saisir; elle tourne vers le Sud, venant vers le coteau signalé par M. Lohest. La ligne de 150 mètres commence plus au Sud que la précédente, suit la même direction, s'en éloignant pourtant de plus en plus; elle aussi vient border le coteau de Pontisse à Milmort. Il en est encore ainsi des lignes de 160 et 170. Remarquons en outre que ces lignes, lorsqu'on va vers la ligne de faîte au sud du bassin, sont à une distance de plus en plus petite l'une de l'autre. Les lignes 180 et 190 sont interrompues deux fois, par les ruisseaux de Hozémont et de Hollogne, tout en continuant à suivrela même allure que les précédentes.

La ligne de 130 m. naît au nord de Waremme; elle contourne le Geer et se dirige parallèlement à la rivière vers l'ENE.; au sud de Tongres, on la voit pousser des diverticules vers le Nord; l'érosion semble donc s'être faite là sur une plus grande largeur, à partir du niveau 130. Remarquons qu'en prolongeant le bord nord de ces diverticules, on vient rejoindre cette même ligne de 130 au nord du Geer; le bord sud nous mènerait sur la ligne 130 de la vallée encaissée du Geer, sans revenir au coteau signalé. La ligne 120 donne lieu aux mêmes remarques. La ligne 110 enferme une surface beaucoup plus restreinte; elle s'interrompt, néanmoins, dans la région anormale de Tongres. Les lignes inférieures n'intéressent que la vallée du Geer inférieur.

Examinons maintenant les *lignes d'érosion minimum*, tracées comme l'indique M. Van Overloop, dans « Les origines du bassin » de l'Escaut » tangentiellement et *intérieurement* aux courbes de niveau. Remarquons la ligne interrompue de 130 au nord du Geer, laquelle indique nettement la ligne de faîte Geer-Démer. Le parallélisme des lignes d'érosion maximum et minimum est remarquable; elles divergent, les unes comme les autres, vers l'Est et se rapprochent l'une de l'autre en allant vers le Sud.

Mais ce qui ressort surtout, dans ce dessin, c'est le contraste de la partie occidentale et de la partie orientale; là, les lignes

d'érosion, tant maximum que minimum, supérieures à 120, présentent un aspect régulier ; ici, au contraire, les lignes inférieures à 130 dessinent une vallée profondément entaillée. En outre, au niveau de 130, le bassin inférieur s'ouvre sur la vallée de la Meuse, le long du coteau Milmort-Pontisse déjà signalé.

Si l'on se rappelle que M. Lohest disait qu'à l'est de celui-ci, on trouve des cailloux ardennais, invisibles à l'ouest, on aura immédiatement l'explication de la forme du terrain dans le bassin qui nous occupe.

Le bassin supérieur nous apparaît comme normal pour un fleuve suivant le coteau indiqué; la Meuse ayant été rejetée à l'Est, le Geer a dû, pour continuer à s'y jeter, s'imposer un lit sur l'emplacement ancien du delta du fleuve; la proximité du nouveau niveau de base et sa grande profondeur expliquent, dès lors, l'existence de la vallée encaissée ; l'augmentation du rapport de l'axe vertical à l'axe horizontal a nécessité l'accentuation du profil d'équilibre. Pour le bien faire voir, nous aurons simplement à montrer la concordance presque absolue que présente le dessin des courbes d'érosion maximum avec le tracé de la planche III.

Dans cette dernière, nous avons cherché à représenter ce que deviendrait, sous l'action d'une rivière coulant perpendiculairement à la ligne de plus grande pente, une surface inclinée de 200 à 130, coupée, en son coin SW., par un autre bassin, en supposant le niveau de base à 120, c'est-à-dire au niveau du sommet des cailloux de la Meuse, dans la région du Geer inférieur. On retrouve, dans ce dessin, l'allure des lignes de niveau de la planche II, du moins dans sa partie occidentale.

Les lignes d'érosion minimum s'expliquent par la même théorie. Le prolongement de la ligne 140 jusqu'au nord-est de Glons, indique l'existence d'une île en cet endroit : on n'y trouve, en effet, aucun caillou ardennais.

Nous avons voulu arriver à ces conclusions, en nous passant de ce que nous avait enseigné la disposition des nappes de cailloux ardennais ; il est assez intéressant de voir les faits démontrés en partant de méthodes bien différentes.

Il reste à s'expliquer les chutes si anormales que l'on observe au nord de Tongres et vers Sussen-Bolré. Pour cette dernière, les dépôts de cailloux campiniens que M. Van den Broeck signale, sous la notation du Moséen, sur sa carte de Tongres-Herderen et

ceux que nous renseignons nous-même au nord de Sussen, comme indiquant un passage ancien de la Meuse, en donnent peut-être une explication suffisante. Mais la faible altitude à laquelle nous avons observé ces cailloux, nous surprend, et nous ne pouvons nous l'expliquer. Faut-il y voir l'action d'une faille post-campinienne, un simple phénomène de dissolution, ou un remaniement peu probable de ces cailloux? Nous serions plutôt tenté d'admettre la seconde hypothèse. Il est à noter que la simple érosion de la Meuse ne peut être donnée comme étant la raison du fait; sur un parcours de moins de trois kilomètres, il faudrait admettre une pente minimum de 20 mètres !

Quant à l'ouverture de Tongres, le passage de la Meuse pourrait l'expliquer. Toutefois, comme le fleuve a dû remblayer sa vallée avant de la quitter, au moins jusqu'au niveau de 125 mètres ; comme, d'autre part, ce niveau est à peine dépassé sur la ligne de partage des eaux de gauche en amont, et comme la proximité du Démer ne suffit pas à rendre compte de la brèche, puisque, en amont, d'autre affluents du Démer approchent d'aussi près la ligne de partage et n'ont pas un débit et une pente moindres, il reste un point obscur dans le phénomène.

Nous pensons qu'il constitue la preuve de la capture du Geer-Démer par le Geer de Glons-Maestricht; la vallée du Démer prolonge mieux celle du Geer supérieur que ne le fait celle du Geer inférieur; la capture daterait donc du moment où la rivière atteignit le niveau 100, pendant sa dernière période de creusement.

Peut-être, pourrait-on penser à faire intervenir la faille de Tongres. Ce bras occidental de la Meuse, un peu anormal et dont il reste si peu de traces, n'aurait-il pas eu pour cause l'existence de la faille de Tongres, ou son accentuation? Celle-ci a-t-elle eu lieu? Nous l'ignorons et il nous semble bien difficile de le prouver. Se continuerait-elle de nos jours? On serait tenté de le penser, en se rappelant que M. Van den Broeck (1), signale la région de Tongres comme étant sujette aux tremblements de terre. Pourtant, la liste si soignée des 106 phémonènes de l'espèce, qu'a publiée M. Lancaster (2), ne permet nullement de constater ce maximum de sismicité. En outre, le plus grand nombre des trem-

(1) E. Van den Broeck. Observations préliminaires, etc.

(2) A. Lancaster. Les tremblements de terre en Belgique. *Ciel et Terre*, t. VIII, p. 25, 1887.

blements de terre agitant la Belgique, semblent avoir leur origine au nord d'Aix-la-Chapelle.

Asymétrie des versants.

Il est difficile de s'expliquer l'asymétrie si bien marquée des versants du Geer; rien ne permet de montrer la correspondance de la rivière avec un synclinal quelconque. Nous pensons que le cours d'eau est né dans des conditions de pente tout autres que celles d'aujourd'hui.

On peut, cependant, faire une remarque curieuse. Le tableau ci-dessous donne la pente des versants dans chacune de nos coupes.

N° de la coupe.	versant gauche	versant droit	N° de la coupe.	versant gauche	versant droit
—	—	—	—	—	—
1	2.22 ‰	0.95 ‰	12	1.44 ‰	0.85 ‰
2	1.09	0.98	13	1.35	0.84
3	0.71	0.80	14	0.91	0.79
4	0.31	1.19	15	1.77	0.80
5	0.25	1.08	16	3.12	0.84
6	0.84	0.67	17	0.60	1.19
7	1.15	0.65	18	0.80	2.34
8	2.01	0.71	19	0.66	3.51
9	2.40	0.75	20	0.74	3.81
10	2.72	0.83	21	0.89	6.60
11	3.52	0.79	22	1.66	1.05

	versant gauche	versant droit
moyenne :	1.42 ‰	1.45 ‰.

On constate que la pente moyenne est sensiblement la même dans les deux versants. Nous pouvons fixer à 85 mètres le niveau moyen du Geer ; la même pente vers l'une et l'autre ligne de faîte exigera donc que les largeurs des deux versants soient dans le rapport de 200—85 à 130 - 85, c'est-à-dire $\frac{115}{45} = 2.5$. C'est précisément là le rapport trouvé en mesurant les surfaces des deux versants. Il est bien entendu que nous ne voulons pas voir, dans ce calcul, la cause de la dissymétrie des versants du Geer.

La vallée encaissée du Geer inférieur.

L'encaissement de la vallée du Geer ne se montre qu'en aval de Tongres, lorsque la rivière a pénétré dans l'ancien bras de la Meuse. Il ne faut pas s'exagérer le degré d'inclinaison des versants

de ce petit *cañon*. A Boirs, où sa profondeur est d'environ 50 mètres, l'inclinaison à gauche est de $\frac{50}{120} = 41\ \%$. Ci-contre se trouve la coupe de la vallée en ce point, à la même échelle pour les longueurs que pour les hauteurs (fig. 19). A peine ce maximum se continue-t-il sur un kilomètre. A droite, la pente y est de beaucoup inférieure. L'inclinaison moyenne des versants est d'environ 20 %.

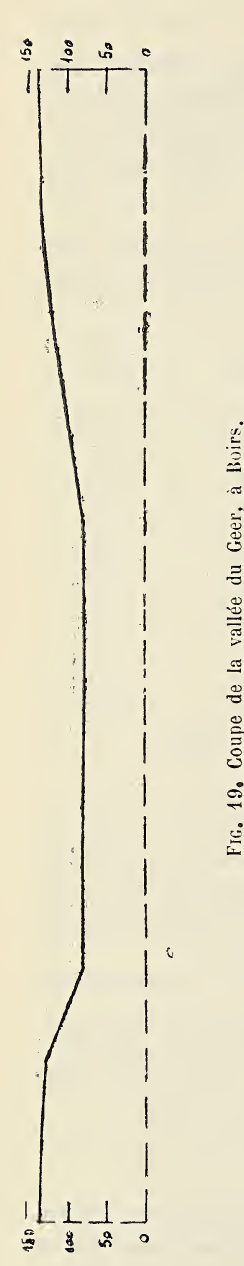


Fig. 19. Coupe de la vallée du Geer, à Boirs.

La Meuse offre, dans la même région, sur son versant gauche, avec le même terrain, une pente moyenne beaucoup plus forte; elle est d'environ 35 %; elle atteint même quelquefois 58 %. Ceci peut s'expliquer par la puissance plus grande du débit du fleuve.

La loi des méandres peut se constater dans la vallée du Geer inférieur. La coupe ci-dessous (fig. 20) est faite un peu en aval

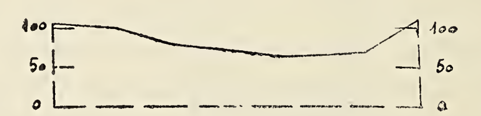


Fig. 20. Coupe de la vallée du Geer, à Eben-Emael.

d'Eben; à l'escarpement de droite, situé le long de la rive concave, est opposé un versant de gauche en pente douce. La loi pourra encore se constater en amont d'Eben. Le fait est trop connu pour y insister.

Un ancien bras du Geer. — Il y a un point remarquable et sur lequel il importe d'attirer l'attention. C'est la colline qui s'élève au SW. d'Eben (fig. 21). Un véritable col s'est produit entre la vallée du Geer et celle de Sichen-Eben. Sa formation s'explique par

l'étroitesse de l'isthme. Mais pourquoi cette vallée d'un type unique parmi toutes celles qui aboutissent au Geer? Pourquoi, après avoir pris la direction NNW.-SSE., tourne-t-elle brusquement à angle presque droit vers la gauche? Nous pensons pouvoir en donner l'explication suivante.

On remarque que le versant gauche de la dernière section de la

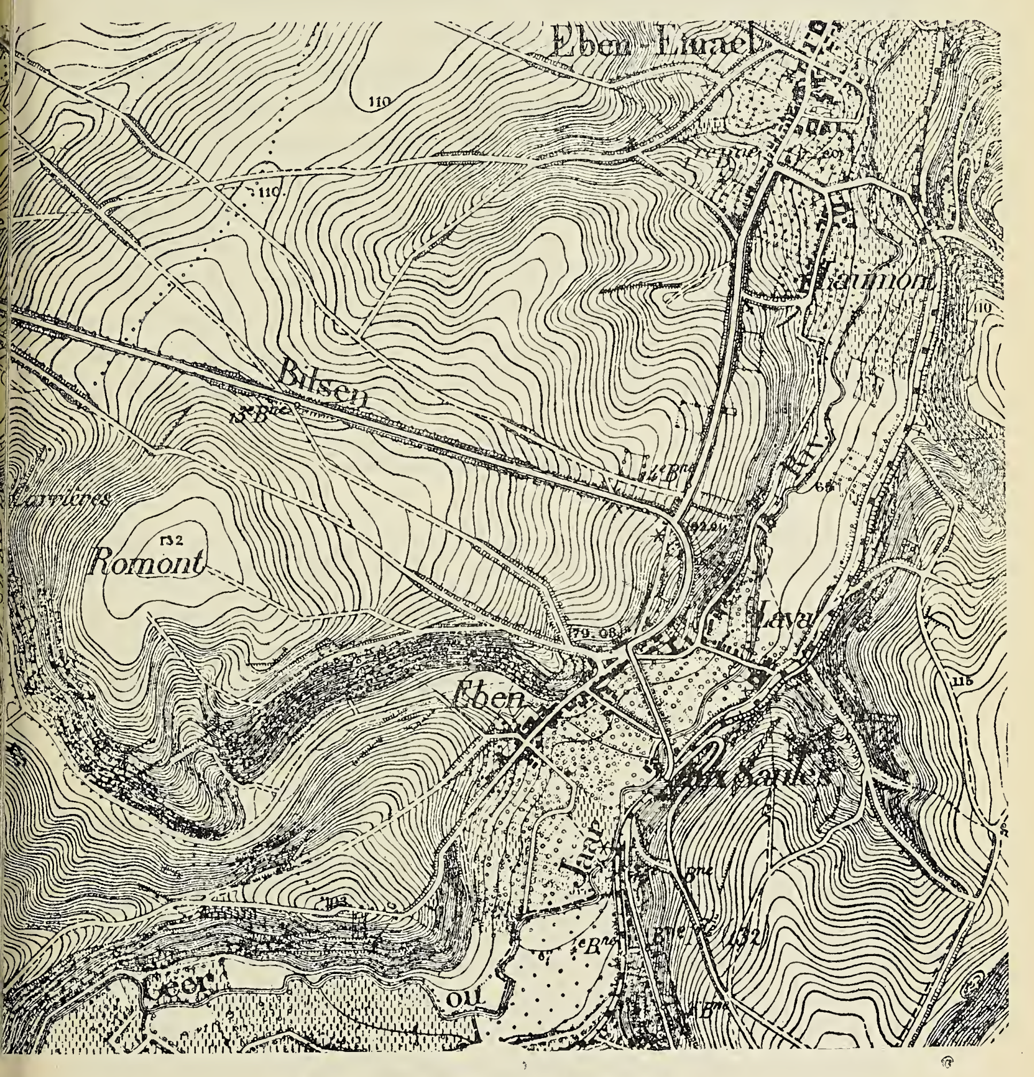


Fig. 21. Carte des environs d'Eben-Emael.

(Extrait de la carte topographique militaire au 20 000e).

vallée Sussen-Eben se trouve sur le prolongement du versant gauche du Geer, en aval de Wonck. On peut, dès lors, émettre cette hypothèse : la rivière a passé au-dessus du sol, recevant un peu au-delà les eaux de la vallée de Sussen, et continuant, en vertu de la loi des méandres, à exercer une érosion profonde sur le versant gauche du vallon dont nous nous occupons. Nous sommes assez disposé à voir des preuves de cette idée dans deux faits : le méandre ancien est suivi d'une autre courbe du même ordre, Eben-Emael — Canne, offrant sa convexité à droite ; dans la section du nouveau parcours du Geer, l'escarpement que devrait marquer le coude convexe vers la droite de la rivière, sur le versant droit, ne commence à se préciser qu'à partir de 90 mètres. Aucun argument ne pourra être tiré de la nature des dépôts qui surmontent ce mamelon et l'isthme qui le rattache au plateau ; il y a là des cailloux de la Meuse, restes de la nappe qu'y a apportée le fleuve ; dire qu'ils y ont été amenés par les eaux du Geer déblayant la vallée d'amont, un ancien bras du delta, serait oublier qu'ils peuvent provenir des nappes qui se trouvaient dans les environs, à un niveau supérieur.

Vallées secondaires.

Lorsque l'on compare les vallées creusées par les eaux qui aboutissent au Geer, une différence frappe immédiatement les yeux : tandis que celles de la partie supérieure offrent des profils longitudinaux et transversaux, se rapprochant du type normal, les vallées du bassin inférieur nous étonnent par leur allure de ravin ; et ce caractère se précise de plus en plus en allant vers l'aval. Ci-contre (fig. 22) se trouvent cinq profils transversaux des différents types ; les coupes ont été faites vers la mi-longueur des vallées.

Nous pensons qu'il faut rechercher la cause de ces aspects si opposés, uniquement dans la différence de hauteur de leurs niveaux de base. Ces vallées se sont creusées en même temps que le *cañon* du Geer ; le thalweg de la rivière s'abaissant, les eaux pluviales creusaient les sillons qu'elles formaient de l'aval vers l'amont. Cette dernière règle, creusement d'aval en amont, est vraie pour le Geer lui-même ; dès lors, les vallées latérales de la rivière inférieure se creuseront plus profondément et plus vite que les vallées supérieures.

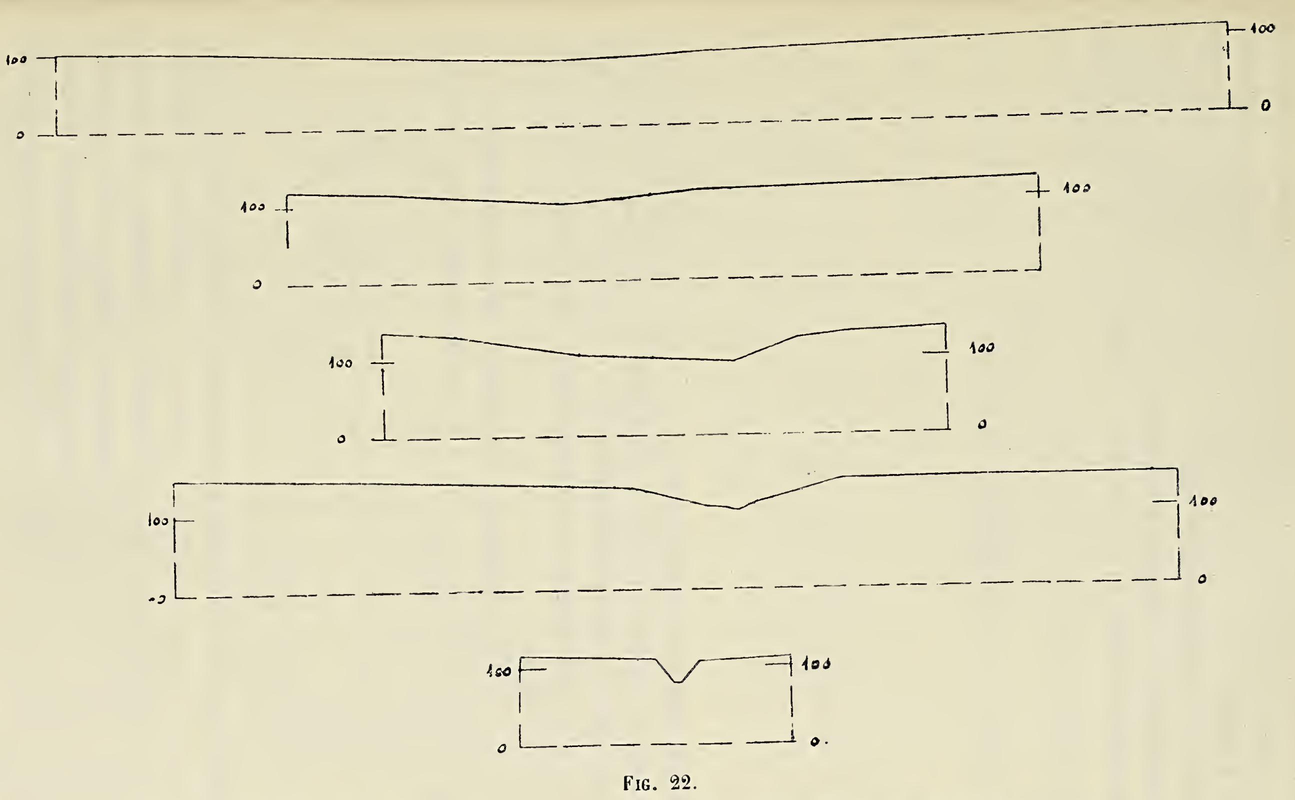


Fig. 22.

1re coupe. Vallée de la Yerne.
2e coupe. Vallée du ruisseau d'Heur-le-Tixhe.
3e coupe. Ravin au nord de Boirs.
4e coupe. Ravin au sud de Roclenge.
5e coupe. Ravin à l'ouest de Neder-Canne.

Ce travail se continue. Nous avons vu, par une forte pluie d'orage, les eaux dévaler du ravin qui débouche à Roclenge-sur-Geer, à droite ; leur aspect boueux nous explique immédiatement pourquoi, à la sortie de ce ravin, on voit les courbes de niveau s'avancer vers le Nord, en formant un épanouissement dans la vallée (fig. 23). Il y a là comme un véritable cône de déjections

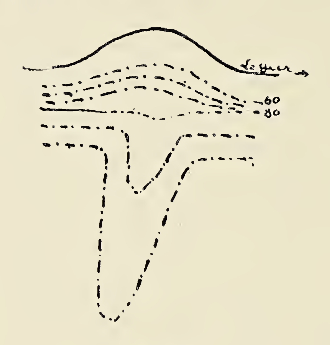


Fig. 23.

qui repousse la rivière devant lui. La carte topographique militaire montre encore un épanouissement analogue, au ravin de Houtain-Saint-Siméon à Grand-Brou, et surtout à Canne. Elle n'en fait pas voir ailleurs, et l'observation du terrain ne fait que les laisser deviner.

Mais une curieuse remarque doit être faite ; au débouché de chaque ravin, le Geer est rejeté vers l'autre bord. C'est le cas en face des ravins suivants :

Dalle à Glons	(droite)	Grand-Brou	(droite)
Boirs	»	Bassenge	(gauche)
Anze	»	Eben	»
Roclenge-sur-Geer	»	Canne	»

Ce phénomène ne s'observe que dans le Geer inférieur. D'ailleurs, dans le cours supérieur surtout, il y a toujours à compter avec les déplacements de la rivière dûs à l'homme. C'est ainsi que, dans les environs de Tongres, le Geer a été détourné pour alimenter les fossés des anciennes fortifications. Il serait dangereux d'aller y rechercher la confirmation de l'idée que nous présentons.

Nous croyons donc qu'il y a, entre les ravins encaissés du bassin

oriental et les larges vallées du bassin occidental, la même différence que celle qui existe entre le *cañon* du Geer inférieur et la vallée du Geer supérieur. Notons encore qu'en descendant la rivière, le bassin se rétrécit; le profil en longueur des vallées secondaires prend de plus en plus les allures d'un torrent par sa pente rapide. C'est ainsi que, tandis que la pente moyenne de la Yerne est de $\frac{190 - 90}{16\,000} = 6.6$ °/₀₀, celle du ravin de Boirs, rive droite, est de $\frac{145 - 80}{3\,100} = 21$ °/₀₀, et celle du ravin de Canne, rive gauche, est de $\frac{115 - 65}{1\,200} = 42$ °/₀₀.

Nous nous permettons d'émettre un doute relativement aux idées émises, à propos de ces ravins, par M. Van den Broeck, dans son mémoire si intéressant : « Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer ». Il s'exprime ainsi, p. 299 :

« On a la sensation que les eaux sauvages qui ont commencé leur » modelé et que les eaux courantes qui l'ont continué n'ont pas eu » le temps d'achever leur œuvre en surface. Seul le phénomène » d'approfondissement a pu s'exercer avec ampleur et s'est bientôt » arrêté pour faire place, dans la plupart des cas, sans doute, à un » parcours souterrain des eaux sous le niveau actuel du thalweg » des vallons. Ce parcours souterrain, qui eût été impossible dans » des roches argileuses et même sableuses, s'est évidemment » trouvé favorisé par la nature spéciale de la roche crayeuse, dont » les fentes et crevasses peuvent agir comme drain et apporter » au Geer leur tribut invisible pour le promeneur. Mais à quelle » cause faut-il rapporter le fait que les eaux sauvages et courantes » n'ont pu avoir le temps d'achever leur œuvre ordinaire de mise » au point du gabarit normal des vallons et du sillon principal du » Geer ?

« Si l'on admet que la vallée du Geer coïncide avec un anti- » clinal, dont l'accentuation se continuerait sous l'influence multi- » séculaire de forces encore agissantes aujourd'hui, on obtient » aisément l'explication de tous les caractères physiques de la » contrée, tant du sillon du Geer que de ces vallons secs si curieux. » C'est donc dans cette voie qu'il conviendrait d'entreprendre des

» recherches confirmatives, ou du moins des éclaircissements au » problème. »

Nous voudrions présenter deux observations. Les ravins en question sont-ils bien des vallées sèches ? Prenons, par exemple, celui de Canne, à gauche. La surface qu'il draine n'est certainement pas supérieure à 40 hectares ; au débit moyen de 4.5 m^3 par hectare-jour, le ruisseau souterrain qui s'y trouve aurait un débit de 160 m^3 par jour, pas même deux litres par seconde. Que les ravins en aval de Wonck soient courts, il n'y a là rien de bien étonnant ; tandis que le versant de droite est réduit à sa largeur minimum, le versant de gauche est drainé par une vallée plus large, au profil transversal bien ouvert. Cette vallée semblerait montrer un phénomène de disparition, si l'on s'en tenait à l'examen de la carte topographique militaire, qui renseigne des morceaux de ruisseaux à Bolrée, à Heulekom et à Sichen. Nous n'y avons jamais vu d'eau ; ces « rigoles » n'en contiennent que lors de la fonte rapide des neiges et lors de très grandes pluies.

En outre, il nous semble peu admissible, pour expliquer cet inachèvement du modelé ordinaire, d'invoquer le plissement d'un anticlinal. Comment, d'ailleurs, un tel phénomène, que nos coupes, tracées tant au moyen de nos observations sur le terrain qu'à l'aide des cartes de M. Van den Broeck, ne nous ont pas montré, comment un tel phénomène provoquerait-il la cessation du travail des eaux pluviales.

Nous pensons que ces ravins s'expliquent aisément par le simple ruissellement des eaux, simultané au creusement de la vallée. Les ravinements que l'on observe partout le long des versants de celle-ci, en constituent comme la première ébauche.

Effondrements latéraux. — On peut constater, dans ces ravins, un mode d'élargissement de leur profil qui est au moins curieux. Lorsqu'on les regarde suivant leur longueur, on est fortement intrigué par de légères saillies en encorbellement, qui y paraissent comme des sentiers gravissant, par lacets

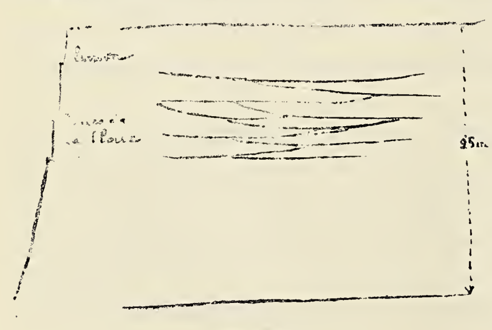


Fig. 24.

successifs, les flancs escarpés du ravin. En coupe transversale, ces sortes de terrasses pourraient se figurer ainsi (fig. 24).

Rien ne pouvait, au moyen de l'érosion par les eaux, permettre de comprendre le phénomène. Nous en avons eu l'explication dans la ballastière de Sichen, en face de la borne 11.4 km. de la route vers Eben, à gauche. Nous avons pu y observer, dans la paroi SE., la curieuse coupe ci-contre (fig. 25). Elle montre un effondrement latéral de la paroi, effondrement ne se continuant pas, par suite, peut-être, de la résistance des cailloux.

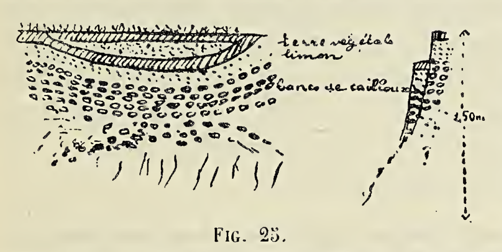


Fig. 25.

Le modelé que nous signalions y trouve donc son explication.

Déplacement du confluent des vallées vers l'aval.— En examinant les cartes, on aperçoit bien vite que les vallées latérales, quelle que soit leur orientation, ont une tendance très nette à se tourner vers l'aval du Geer.

On le constaterait pour presque tous les ravins du Geer inférieur et pour les vallées du bassin supérieur. Notre carte des lignes d'érosion indique d'ailleurs également cette allure. C'est là une confirmation de la loi bien connue du déplacement des confluents des rivières vers l'aval.

Hydrologie du bassin du Geer.

Répartition des pluies.

Il y a peu de postes pluviométriques dans le bassin dont nous nous occupons. Nous prendrons les résultats de ceux de Bierset, Les Waleffes, Longchamps, Waremme. Nous pourrons également nous servir de ceux de Wasseiges, car bien qu'appartenant au bassin de la Mehaigne, ils sont très près de celui du Geer.

La moyenne annuelle de ces postes est (1) :

	j.	f.	m.	a.	m.	j.	j.	a.	s.	o.	n.	d.	
Bierset	48	30	50	36	54	81	94	72	67	78	65	69	749
Les Waleffes . .	50	40	51	42	56	75	86	81	60	76	60	59	726
Longchamps . .	43	35	51	38	51	75	97	87	66	77	59	65	749
Waremme . . .	45	32	50	40	53	76	94	79	68	76	61	72	737
Wasseiges . . .	51	46	42	38	44	71	94	95	76	83	63	82	783

Pour pouvoir comparer, ramenons à 1000 la moyenne annuelle ; nous aurons :

Bierset	65	41	67	48	72	109	127	96	90	103	88	93	999
Les Waleffes . .	69	55	70	58	77	103	119	111	83	91	83	81	1 000
Longchamps . .	58	47	69	51	69	101	130	117	89	105	79	88	1 003
Waremme . . .	61	44	68	54	72	104	128	108	93	104	84	84	1 004
Wasseiges . . .	65	58	53	48	56	90	120	121	97	105	80	104	997
Le bassin du Geer . . .	65	48	66	52	70	102	125	110	90	102	85	89	1 004

Liége donnera, avec une moyenne sensiblement plus exacte, à cause de la plus grande durée des observations :

En nombres absolus	53	49	50	52	60	71	74	81	63	69	63	64	749
En nombres relatifs	71	66	67	69	80	96	99	109	84	93	84	86	1 004

(1) A. Lancaster. La pluie en Belgique.

Ces chiffres permettent les conclusions suivantes. La quantité de pluie annuelle du bassin du Geer pourra être fixée à 750 mm. Nous avons cru pouvoir forcer le nombre ; le pluviomètre n'enregistre qu'un minimum, puisqu'on ne peut empêcher l'évaporation d'une façon absolue et que l'on ne tient ordinairement pas compte des jours de pluie inférieure à 0.1 mm. Dans cette quantité, est comprise la hauteur d'eau provenant de la fonte des neiges.

Il se peut que la quantité des pluies diminue en allant vers le Nord : la moyenne annuelle de Hasselt est 647, celle de Wasseiges 783, celle de Waremme 737. Cette présomption est d'ailleurs conforme aux idées courantes quant à l'influence de l'altitude sur la quantité des précipitations aqueuses.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est la régularité presque parfaite que l'on observe dans la répartition des pluies. Les maxima et les minima se prononcent peut-être mieux dans le bassin du Geer qu'à Liége. Tandis qu'ici, c'est en août que l'on observe les chutes d'eau le plus abondantes, là, c'est en juillet qu'elles se remarquent. Nous ne disons pas que ces deux mois soient les plus pluvieux ; ces grandes quantités sont surtout dues aux orages. Le maximum du bassin du Geer est légèrement supérieur à celui de Liége ; nous pensons que la cause en réside en ce que les orages sont moins fréquents à Liége que dans les campagnes environnantes ; c'est un fait d'expérience.

Il résulte de ces observations que, si l'on ne possède pas les nombres exprimant les quantités de pluie tombée dans la région du Geer, on pourra les établir au moyen des nombres donnés pour Liége. Les multiplicateurs à employer seront :

j.	f.	m.	a.	m.	j.	j.	a.	s.	o.	n.	d.
0.9	0.75	1	0.8	0.9	1.05	1.2	1	1.05	1.05	1	1

Sachant que les pluies à Liége, se sont réparties depuis octobre 1903, de la manière suivante (1) :

1903			1904								
o.	n.	d.	j.	f.	m.	a.	m.	j.	j.	a.	s.
89	57	29	43	67	61	18	44	42	46	47	55

(1) *Bulletin météorologique quotidien de l'Observatoire de Bruxelles.*

la pluie tombée dans le bassin du Geer doit être :

1903			1904								
o.	n.	d.	j.	f.	m.	a.	m.	j.	j.	a.	s.
95	57	23	39	50	61	15	39	45	55	47	58

En 1855, année où M. G. Dumont fit des mesures du débit du Geer, les chiffres furent :

	j.	f.	m.	a.	m.	j.	j.	a.	s.	o.	n.	d.
Liége	56	38	47	44	84	76	96	70	8	139	19	96
Le bassin du Geer.	50	29	48	35	75	80	115	70	9	146	19	96

Autres sources d'eau.

Nous aurions peut être à tenir compte, pour obtenir le total des eaux qui vont concourir à l'alimentation du bassin du Geer, de celles qui sont abandonnées au sol par le fait de la circulation de l'air toujours chargé d'humidité dans les couches supérieures du revêtement limoneux de la Hesbaye; aucune expérience n'a été faite pour en calculer l'importance. Toutefois, il est vraisemblable qu'à cause de la grande lenteur de la circulation et du peu de profondeur qu'elle doit atteindre dans les limons, la quantité d'eau en provenant ne doit pas être bien grande. Faisons remarquer encore qu'en hiver, le phénomène est d'ordre inverse et fournit de l'eau à l'atmosphère, puisque le sol est plus chaud que l'air.

On parle encore souvent de la part due à la condensation qui s'opère à la surface du sol. Le calcul permet cependant de voir que cette part est assez minime. En passant de 20° à 100° C., l'air, tout en restant saturé, perd $17.12 - 9.33 = 7.79$ gr. par m^3. En supposant que tel soit le refroidissement de l'air sur 40 mètres de hauteur, il se déposerait par m^2 de surface du sol : $7.79 \times 40 = 311.6$ gr. soit un peu plus de 0.3 mm. d'eau.

Voici ce que dit, d'ailleurs, M. Angot à ce sujet [1] :

» On n'a jusqu'ici que peu de mesures exactes de la quantité » d'eau qui correspond à la rosée ; cette mesure est, du reste, » soumise à une grande incertitude, puisque l'abondance de la

[1] A. Angot. Traité élémentaire de météorologie, 1899, p. 253.

» rosée dépend de la nature du corps sur lequel elle se dépose.
» Dans nos contrées, les rosées ne correspondent guère qu'à des
» pluies de quelques centièmes de millimètre ; c'est tout à fait par
» exception qu'elles peuvent atteindre un dixième de millimètre. »

Nous pourrons donc, quelles que soient les idées qui ont été émises au sujet de la provenance des eaux qui alimentent les nappes aquifères, nous borner aux chiffres fournis par les pluviomètres et dire que, par an, le bassin reçoit 7 500 m³ par hectare, ou 20.5 m³ par hectare-jour.

Répartition de l'eau de pluie.

De ces 20.5 m³ il faudrait pouvoir retrancher la quantité d'eau directement évaporée sous l'action du vent et de la température et celle qui est employée par la végétation, soit pour sa transpiration, soit pour sa nutrition. Mais ces nombres sont difficiles à établir, à cause de la difficulté de l'expérimentation.

On a indiqué (¹) des chiffres qui nous semblent exagérés, du moins pour l'évaporation directe. L'erreur doit provenir de ce que l'on a supposé avoir affaire à des terres constamment mouillées. Une prairie évaporerait de 1 200 à 1 800 mm. d'eau. Or, la quantité d'eau qui s'évapore, en un an, d'une surface libre, est de 600 mm. à Paris, d'après M. Angot, et de 850 mm. à Bruxelles, d'après la revue climatologique mensuelle de *Ciel et Terre*. On ne pourrait même pas dire que l'évaporation de la surface du sol est proportionnelle à celle d'une surface libre, et que, pour la calculer, on peut se servir des nombres indiquant cette dernière quantité, soit mensuellement, soit quotidiennement. En effet, l'eau n'arrive à la surface du sol, que par ascension capillaire ou même *superficielle*; ce phénomène ne se fait plus sentir à partir d'une certaine profondeur et, par conséquent, à partir de l'épuisement des couches supérieures. L'ascension de l'eau n'est donc pas indéfinie; le tort considérable qu'a fait aux cultures la sécheresse de cette année, en est une preuve; on n'a donc pas affaire à une surface libre, constamment soumise à l'évaporation.

Quant à la quantité d'eau transpirée par les plantes, nous pour-

(¹) M. Worré, d'après A. Rutot et E. Van den Broeck. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. X, *Proc.-verb.*, p. 97, 1896.

rons employer le nombre indiqué par M. Worré. Un hectare de froment, plante à grande surface d'évaporation, exigerait 2 400 000 kgs. d'eau par hectare, c'est-à-dire 240 mm. d'eau. Pour le bassin du Geer, en tenant compte des surfaces nues et des cultures à transpiration moindre, on pourra abaisser ce chiffre à 150 mm. Nous ne pensons donc pas donner un chiffre très inexact, en évaluant à 600 mm., c'est-à-dire à 16 m^3 par hectare-jour, la quantité d'eau qui, dans le bassin du Geer, ruisselle, pénètre dans le sol pour alimenter les nappes aquifères, ou s'évapore.

Nous pourrons encore évaluer une des parties de cette somme : le débit des galeries des eaux alimentaires de la ville de Liége permet de fixer à 4 m^3 l'eau pénétrant dans le sol pour alimenter les nappes aquifères. Le ruissellement et l'évaporation devront donc employer les 12 m^3 restants.

Il restera à établir ce qui ruisselle. Le débit du Geer nous permettra peut-être de le faire.

Le ruissellement.

Avant de passer aux mesures que nous avons effectuées, essayons de nous rendre compte de l'influence du ruissellement sur le régime du Geer. Les pluies normales sont peu abondantes et ne dépassent guère, ordinairement, le maximum d'eau que peut absorber le limon. Tant que la pluie est lente, l'eau descend par *imbibition superficielle.* Pour peu que la pluie soit forte, le maximum est dépassé et l'eau coule à la surface du sol. A cause de la déclivité assez grande, le ruissellement sera rapide et possédera un pouvoir érosif intense. C'est ce qui nous explique la soudaineté des crues du Geer, lors des grands orages et de la fonte rapide des neiges. Nous avons pu observer, à Roclenge-sur-Geer, un de ces brusques gonflements du Geer. Le matin du 15 juin 1904, le débit de la rivière atteignait 125 m^3 à la minute ; à 5 heures, deux heures après la fin d'une très forte pluie, nous notions 170 m^3 ; le lendemain, nous assura-t-on, le débit était redevenu normal.

On conçoit que cette rapidité d'écoulement, due à la déclivité assez forte, n'amène pas un drainage permanent par ruissellement, et l'on comprend la pauvreté du système hydrographique du Geer, que notre planche II montre bien, et qui frappe tant, lors-

qu'on examine les cartes hydrographiques de nos rivières, telles qu'elles sont représentées dans le mémoire de M. Cornet : « Etudes » sur l'évolution des rivières belges ».

On pourrait dire que d'autres rivières belges, coulant sur du limon hesbayen, ont un drainage permanent beaucoup plus développé. Faisons remarquer que nous sommes dans la région de l'épaisseur maximum du revêtement limoneux; qu'en Brabant, le réseau hydrographique est à grandes mailles, bien que plus serrées que pour le Geer, comme on peut le voir, par exemple, par le bassin de la Dyle, dans le mémoire qui vient d'être cité. Mais notons surtout la grande profondeur à laquelle se trouve la surface de la nappe aquifère ; les sillons qui sont creusés par le ruissellement, ne sont pas assez profonds pour faire affleurer cette nappe et ainsi être alimentés par des sources dont la constance permettrait l'établissement d'un régime permanent.

Seul, le profond sillon du Geer fait naître de nombreuses sources, et ce sont elles qui constituent son régime normal. Les coupes faites par G. Dumont dans son « Rapport sur les eaux alimen- » taires de la ville de Liége » montrent fort bien cette allure de la nappe aquifère.

Donc, l'imperméabilité relativement grande du limon hesbayen, la déclivité du sol, la profondeur de la nappe aquifère nous apparaissent clairement comme étant les causes de la pauvreté du Geer en affluents permanents. Le bassin supérieur du Geer, en amont du confluent de la Yerne, ruisseau bien minime, dont le débit n'est, d'ailleurs, pas en relation avec son bassin, pourrait déjà être pris comme une transition vers le système de la Gette, voisin ; les sédiments tertiaires modifient, en effet, l'état de choses signalé.

M. Van den Broeck a été frappé aussi par la pauvreté du Geer en tributaires. Mais le savant géologue y voit une cause bien différente. Il dit, dans ses « Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer », p. 298 :

« En résumé, le Geer, tant dans sa région d'amont que dans sa
» région escarpée, se montre pour ainsi dire systématiquement
» dépourvu d'affluents. Certes, on peut y voir l'influence partielle
» du massif crayeux dans lequel coule le Geer, et admettre que
» des affluents souterrains coulent, les uns dans les réseaux de
» diaclasses et de fissures de la craie, les autres au fond des amas

» de cailloutis, » d'âge moséen [1], qui remplissent certains sillons » quaternaires comblés du massif crétacé. » Mettant ensuite, à côté de cette rareté d'affluents, l'allure en *cañon* du Geer et les ravins de l'Est, l'auteur veut encore expliquer ces phénomènes de la façon dont il a été parlé plus haut, c'est-à-dire, par le plissement d'un anticlinal.

Nous répondrons encore par ce que nous disions plus haut; nous ne voyons pas bien comment un tel mouvement rendrait souterrains tous les affluents du Geer et pourquoi « l'extrême » rapidité des eaux du Geer montre qu'un relèvement, non ter- » miné, s'oppose encore à l'établissement du régime, général » ailleurs, d'équilibre de l'érosion fluviale et d'apaisement des » eaux dans cette vallée. »

« L'impétuosité » des eaux du Geer ne nous paraît d'ailleurs que très relative : le maximum que nous ayons observé, à Canne, a été 1.05 m., le 7 novembre 1903. Une remarque encore : le Geer coule sur 6 à 10 mètres d'alluvions modernes; il nous semble qu'une telle épaisseur de ces sédiments est incompatible avec la thèse de l'auteur.

Nous ne pensons donc pas que les ravins du Geer soient des vallées sèches; beaucoup d'entre eux draineraient une surface trop petite pour qu'ils aient un écoulement constant. Ajoutons que les sources auxquelles s'alimente le Geer sont nombreuses dans le *cañon*, mais elles ont toujours un débit très faible ; en outre, elles ne paraissent pas en relation de position avec les ravins.

La nappe aquifère.

Les sources dont il vient d'être question proviennent surtout de la nappe aquifère de la craie; la grande épaisseur de celle-ci, l'état fissuré dans lequel on la voit dans tous ses affleurements, justifient sa puissance. Son épaisseur ne doit pourtant pas être exagérée; les fissures de la craie superficielle ne doivent pas faire croire à un tel état sur toute l'épaisseur du Crétacé; la compacité du tufeau de Maestricht et les travaux complémentaires de la ville de Liége dans de la craie peu fissurée, en sont des preuves suffisantes. La réserve aquifère se trouve plutôt dans les parties supérieures du

[1] Lire « campinien ». Voir la note 1, p. M. 44.

massif que vers sa base ; en d'autres termes, comme le dit d'ailleurs G. Dumont, l'inclinaison de la nappe aquifère est moindre que celle de la smectique hervienne. Si l'on admettait que la nappe aquifère augmente d'épaisseur, qu'elle se dispose sur toute l'épaisseur de la craie au-dessus du Hervien, une grande quantité d'eau serait perdue pour le Geer. L'importance de son débit permet d'affirmer qu'il n'en est rien.

Notons encore que la nappe aquifère de la craie n'est pas la seule. Le conglomérat à silex, un peu argileux, constitue un niveau, d'ailleurs assez peu important. Enfin, dans la vallée du Geer, quelques uns des puits s'alimentent à une nappe surmontant le gravier de base des alluvions du Geer.

Le débit du Geer.

Nous avons effectué nos mesures à Glons, au pont d'Oborne, à Roclenge-sur-Geer, au pont situé à quelques mètres en aval de l'école et à Canne, près de l'église. La surface du *bassin superficiel*, en amont de chacun de ces ponts est : à Glons, de 370 km²; à Roclenge, de 430 km²; à Canne, de 470 km².

Nos observations ont été faites de la manière suivante : nous mesurions la vitesse du courant en son milieu, au moyen d'un flotteur en bois, attaché à un fil de 20 mètres ; la vitesse par minute obtenue était multipliée par 0.7, pour obtenir la vitesse moyenne ; multipliée par la section du courant, elle donnait le débit du Geer à la minute. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau de la page M 86.

Le débit à l'hectare-jour a été calculé au moyen du *bassin superficiel*.

Si peu nombreuses que soient ces mesures et malgré la sécheresse de l'année 1904 [1], on pourra remarquer :

1° que le débit total moyen du Geer est d'environ 200 m³ à Maestricht.

2° que la sécheresse de la saison ne s'est fait sentir qu'à partir de juin.

Nous attirerons, en outre, l'attention sur les deux nombres notés

[1] Tandis que la moyenne des pluies, de mars à août, est, pour Liége, de 422 mm., la chute d'eau a seulement atteint, durant ces six mois, 260 mm. en 1904.

Date	Glons Débit		Roclenge Débit		Canne Débit	
	à la minute	à l'hectare-jour	à la minute	à l'hectare-jour	à la minute	à l'hectare-jour
1903 Octobre 31					194	5.9
Novembre 7					202	6.2
» 9	162	6.3	188	6.3		
» 18	170	6.6				
1904 Avril 22	185	7.2				
» 24	170	6.6				
» 29	164	6.4				
Mai 1					170	5.2
» 14					152	4.6
» 17	125	4.8				
Juin 15			125-170	4.2-5.7		
Juillet 29	84	3.3	92	3.1		
Août 1	89	3.5	101	3.4		
» 3	93	3.6				
» 7			110	3.7		
» 9					132	4.0
» 11	112	4.4				

Les nombres de ce tableau, qui expriment le débit à l'hectare-jour, donnent, en même temps, en dixièmes de millimètres, l'épaisseur de la nappe d'eau qui s'est écoulée.

le 15 juin ; le premier a été augmenté de 45 m^3 après une pluie d'environ 10 mm.

La moyenne journalière des pluies fut, en dixièmes de millimètre.

octobre-novembre 1903 : $\frac{950}{31} = 30.$

avril 1904 $\frac{150}{30} = 5$

mai (1re quinzaine) $\frac{190}{15} = 12.7$

juin (1re quinzaine)	$\frac{207}{15}$	= 13.8
juillet	$\frac{551}{30}$	= 18.5
août (1re décade)	$\frac{179}{10}$	= 17.9

Il s'écoula donc, dé ces quantités, en :

novembre	avril	mai	juin	juillet	août
22 %	144 %	38 %	30 %	18 %	24 %

MM. Spring et Prost avaient trouvé :

67 %	74 %	24 %	14.5 %	5.7 %	18 %

L'uniformité des nombres trouvés pour le débit du Geer montre bien que le régime de la rivière est assuré surtout par la nappe aquifère. On le constate surtout par les mesures faites, en septembre 1855, par G. Dumont et reproduites ci-dessous, et par les nôtres, faites en avril 1904 ; ces deux mois furent particulièrement secs.

septembre	1855	9 mm. contre 55 de moyenne
avril	1904	15 mm. contre 40 de moyenne

Il est curieux de rapprocher nos chiffres de ceux qu'a trouvés G. Dumont en 1855 :

	20 mai après les pluies,	29 septembre
Moulin de Russon	118	70
Moulin de Glons	226	116

Le moulin de Glons est légèrement en aval du pont d'Oborne, où nous avons mesuré le débit du Geer ; en évaluant à 270 km² le *bassin superficiel* en amont du moulin de Russon, on obtient :

	20 mai	29 septembre
Russon	6.3	3.7
Glons	8.8	4.5

Une question peut être posée. Le captage des eaux de la craie par la ville de Liége n'a-t-il pas diminué le débit du Geer ? Il est certain qu'il en est ainsi et que la diminution atteint environ 12 m³ par minute, c'est-à-dire environ 1/10 du débit à Glons. Le fait est, cependant, resté inaperçu des riverains.

Un débit moyen de 200 m³ à la minute, correspond, pour le bassin superficiel du Geer, à 6 m³ à l'hectare-jour. Peut-être pourrait-on croire qu'en retranchant de ces 6 m³ les 4 m³ que nous avons admis pour le débit à l'hectare-jour de la nappe aquifère, nous obtiendrions la part due au ruissellement. Mais la non-concordance du bassin superficiel et du bassin souterrain nous empêche de procéder ainsi. En évaluant à 37 500 hectares la surface du bassin souterrain drainée par le Geer, on pourra fixer à 150 000 m³ par jour ce que fournit à la rivière la nappe aquifère ; il reste donc environ 138 000 m³ dûs au ruissellement, c'est-à-dire environ 2.8 m³ à l'hectare-jour.

Les nombres que nous venons d'établir montrent tout l'intérêt que présenterait une étude du débit du Geer, suivie sur une longue période; elle nous donnerait des indications précieuses sur le problème, toujours si discuté, des variations du débit des nappes aquifères.

TABLE DES MATIÈRES

Contribution à l'étude de quelques petites sources alimentant un affluent du Geer, dans le sud de la province de Limbourg,

PAR

J. LACOMBLE ET F. SCHOOFS (1).

M. F. Kraentzel vient d'exposer un travail très documenté et très intéressant sur la géologie et la géographie physique du bassin du Geer.

Nous pensons pouvoir contribuer à l'étude de l'hydrologie de cette région, en rapportant les résultats des analyses d'eaux de sources et de puits que nous avons eu l'occasion de faire.

A Heur-le-Tiexhe, existe une source située au pied d'une colline (Striekelberg); elle donne naissance à un ruisseau qui, après avoir traversé les villages de Freeren et de Nederheim, va se jeter dans le Geer; le débit de cette source est assez considérable, et jamais le ruisseau qu'elle alimente n'est à sec.

Cette source fournit une eau d'une grande limpidité. Le tableau des pages 92 et 93 renseigne les résultats qui nous ont été fournis par les analyses de cette eau, faites à des époques différentes.

Ces résultats nous montrent que l'eau de cette source présente une grande uniformité de composition. Cette constance est indiquée, notamment, par le résidu d'évaporation, par la teneur en chlorures, en calcium, en magnésium et en matières oxydables par le permanganate.

Gustave Dumont (2) a montré que la nappe du Crétacé est inclinée vers le Geer et donne lieu aux sources qui alimentent cette rivière.

(1) Communication présentée à la séance du 18 décembre 1904.

(2) Gustave DUMONT. Les eaux alimentaires de la ville de Liége. *Bulletin administratif de la ville de Liége. Annexes*, Liége, Redouté, 1856, p. 38.

N° 1. Source d'Heur-le-Tiexhe (Striekelberg).

	10 mars 1901	19 mars 1901	3 novembre 1901	15 décembre 1901	27 janvier 1902
Conditions météorologiques	—	après forte pluie	temps sec	quelques jours de pluie, puis neige.	dégel, fonte de neige
Température de l'eau.	—	10° C.	10° C.	10° C.	10° C.
Aspect	limpide	limpide	limpide	limpide	limpide
Odeur et saveur . .	rien de particulier	rien de particulier	rien de particulier	rien de particulier	rien de particulier
Réaction	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline	alcaline 1 000 c^3 eau = 0.264 6 gr. H^2SO^4.
Résidu d'évoporation desséché à 100° C.	0.392	—	0.376	0.378	0.373
Chlorures (Cl) . . .	0.015 9	0.015 9	0.013 5	0.013 2	0.011 5
Sulfates (SO^3) . . .	peu	peu	peu	peu	0.010 82
Nitrates (N^2O^5). . .	traces	traces	traces	traces	0.015 13
Calcium (CaO) . . .	0.146	—	0.148	0.149	0.148
Magnésium (MgO). .	—	—	—	0.016 8	0.017 9

Fer.	traces	traces	traces	traces	traces
Matières organiques (déterminées par la méthode Kubel-Tiemann).	0.003 42	—	—	0.004 5	0.004 9
Carbonates et bicarbonates	présence	présence	présence	présence	présence
Sulfide hydrique . .	absence	absence	absence	absence	absence
Ammoniaque . . .	absence	absence	absence	absence	absence
Nitrites	absence	absence	absence	absence	absence
Phosphates	absence	absence	absence	absence	absence
Germes par centimètre cube. .	126	329	28	32	9

Dans ce tableau, ainsi que dans ceux qui vont suivre, tous les résultats des analyses chimiques sont exprimés en grammes par litre.

La source d'Heur-le-Tiexhe paraît être l'une d'entre elles ; en effet, en comparant son eau à celle de la distribution de la ville de Liége, qui, comme on le sait, provient du Crétacé, on est frappé par l'analogie de composition :

Composition chimique de l'eau de la distribution de la ville de Liége.

	Analyse de M. le professeur Arm. Jorissen (1) (1897)	Analyse de M. A. Waleffe (2) (1900)	Analyses faites à l'Institut d'hygiène de Liége par : les Drs Lacomble et Schoofs (1901)	le Dr Grenson (1903)
Résidu d'évaporation séché à 100° C. .	0.372	0.314	0.360	0.370
Chlorures (Cl.) . .	0.014 2	0.014 2	0.012 3	0.014 2
Sulfates (SO^3). . .	0.010	—	0.013 1	0.014 8
Nitrates (N^2O^5) . .	0.013	0.015 98	traces	—
Oxyde de calcium (Ca O).	0.147 5	—	0.140 5	0.146
Oxyde de magnésium (Mg O).	0.018	—	0.015 33	0.018 04

De même que l'eau de notre source, celle de la distribution de la ville de Liége est exempte de nitrites, d'ammoniaque, de sulfide hydrique et de phosphates. Elle contient des carbonates et des bicarbonates, ainsi que des traces de fer.

La composition chimique qualitative et quantitative de l'eau de la source d'Heur-le-Tiexhe confirme l'origine de cette eau ; c'est-à-dire qu'elle provient de la nappe du Crétacé du plateau de la Hesbaye.

Nous avons voulu comparer également cette eau à celle d'un puits de la Hesbaye, de 43 mètres de profondeur environ, creusé dans la même nappe.

(1) Armand Jorissen. *Journal de pharmacie de Liége*, 1897, p. 67.

(2) Armand Waleffe. *Annales de la Société médico-chirurgicale*. Liége, 1900.

L'eau de ce puits présentait la composition suivante :

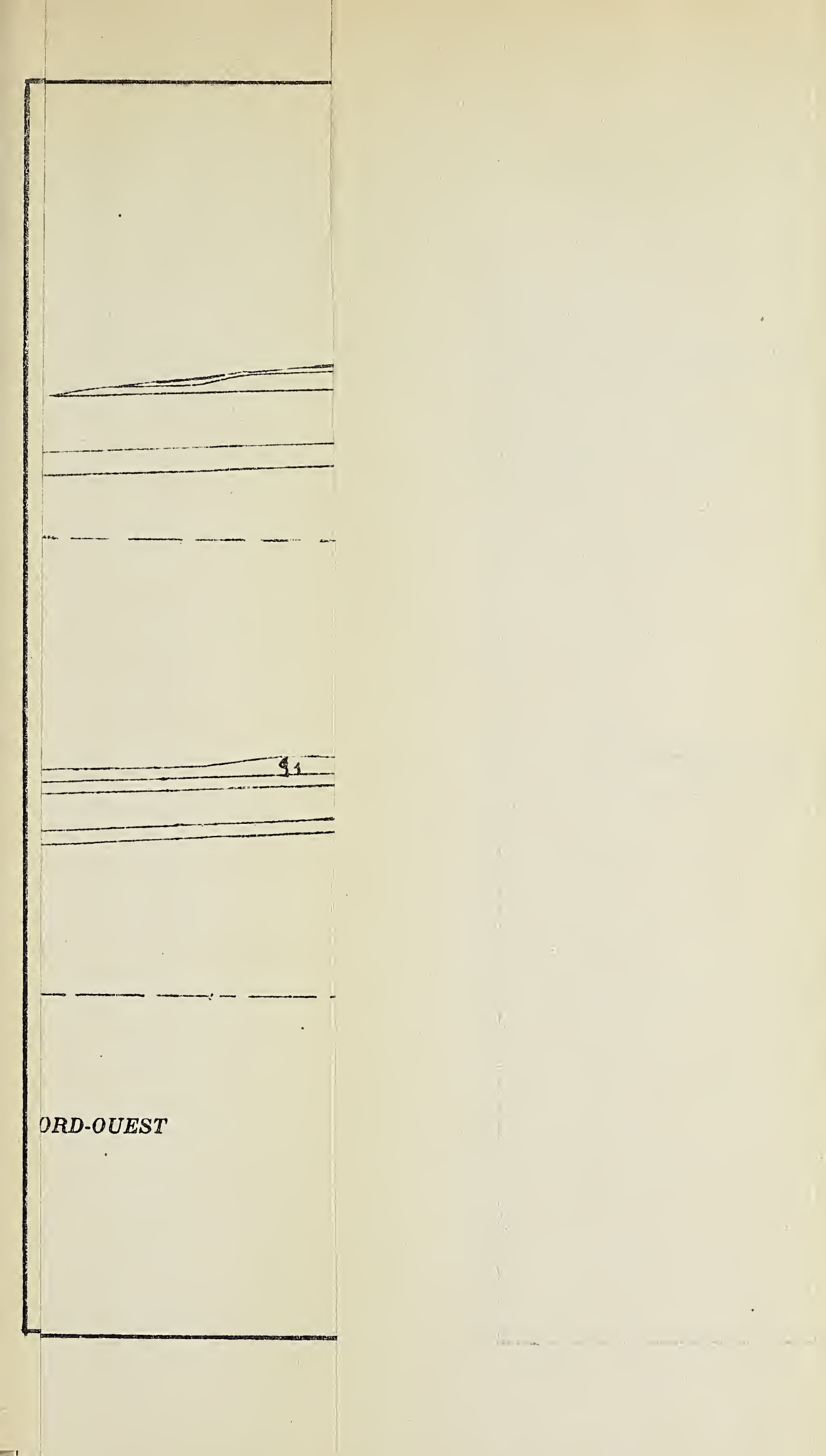
Composition chimique de l'eau du puits d'une ferme, à Wihogne.

	10 mars 1901	3 novembre 1901	16 janvier 1902
Aspect	trouble, jaune rougeâtre	trouble, jaune rougeâtre	trouble, jaune rougeâtre
Odeur et saveur . .	rien de particulier	rien de particulier	rien de particulier
Température. . . .	—	—	10°5 C.
Réaction	alcaline	alcaline	alcaline 1 litre = 0.264 6 gr. H^2SO^4
Matières en suspension	0.005 7	—	—
Résidu d'évaporation .	0.513	0.595	0.544
Chlorures (Cl) . . .	0.035 4	0.037	0.037 17
Sulfates (SO^3) . . .	traces	traces	0.027 42
Nitrates (N^2O^5) . . .	présence	présence	0,320 98
Nitrites	absence	absence	absence
Phosphates	absence	absence	absence
Ammoniaque . . .	absence	absence	absence
Sulfide hydrique . .	absence	absence	absence
Carbonates et bicarbonates.	présence	présence	présence
Oxyde de calcium . .	0.192	0.174	0.170 7
Oxyde de magnésium .	—	—	0.029 16
Fer	beaucoup	beaucoup	beaucoup
Matières organiques .	0.005 48	—	0.003 3
Germes	290	—	1 630

Quoique cette eau provienne de la même nappe, nous constatons ici une richesse plus grande en éléments minéraux ; le fer, notamment, y existe en proportion beaucoup plus considérable; sa

	Dates	Aspect de l'eau	Température de l'eau	Réaction	Résidu d'évaporation	Chlorures (Cl)
N° 2. Source située à Freeren, entourée par un large tuyau en béton qui présente, d'un côté, une fente permettant l'écoulement de l'eau dans une rigole.	18-1-02	trouble	9° C.	alcaline	—	peu
	27-1-02	trouble	8° C.	alcaline	0.484	0.027 4
	24-2-2	trouble	8° C.	alcaline	—	0.035 4
N° 3. Source située à Freeren, près du moulin ; rive gauche du ruisseau.	18-1-02	limpide	8°.5 C.	alcaline	—	peu
	27-1-02	trouble	8° C.	alcaline	0.448	0.017 7
	24-2-02	limpide	8° C.	alcaline	—	0.021 2
N° 4. Source située à Freeren, près du moulin ; rive droite du ruisseau.	18-1-02	légèrem[t] trouble	9° C.	alcaline	—	—
	27-1-02	légèrem[t] trouble	9° C.	alcaline	0.376	0.010 6
	24-2-02	limpide	9° C.	alcaline	—	0.010 6
N° 5. Source située près du moulin de Nederheim, protégée par une maisonnette en maçonnerie.	18-1-02	limpide	9°.75 C.	alcaline	—	—
	27-1-02	limpide	8°.5 C.	alcaline	0.378	0.010 6
	24-2-02	limpide	9° C.	alcaline	—	0.010 6
N° 6. Source située à Nederheim, près de l'école.	18-1-02	limpide	9°.5 C.	alcaline	—	—
	27-1-02	trouble	10° C.	alcaline	0.381	0.010 62
	24-2-02	limpide	9°.5 C.	alcaline	—	0.010 62
N° 7. Source située à Nederheim, près du pont, protégée par une maisonnette en maçonnerie.	18-1-02	légèrem[t] trouble	9°.5 C.	alcaline	—	—
	27-1-02	trouble	9°.5 C.	alcaline	0.513 (1)	0.041 59 (!)
	24-2-02	trouble	9°.5 C.	alcaline	—	0.046 02 (!)
N° 8. Source située à Nederheim, le long du ruisseau, en aval de la précédente, protégée par une maisonnette en maçonnerie.	18-1-02	limpide	9°.75 C.	alcaline	—	—
	27-1-02	limpide	10° C.	alcaline	0.385	0.011 5
	24-2-02	limpide	9°.5 C.	alcaline	—	0.014 16

(1) Ce résidu était jaune brunâtre, tous les autres étaient blancs.



ORD-OUEST

A

A

B

B

Faîte de Tongres

Cp⁴

Cp³

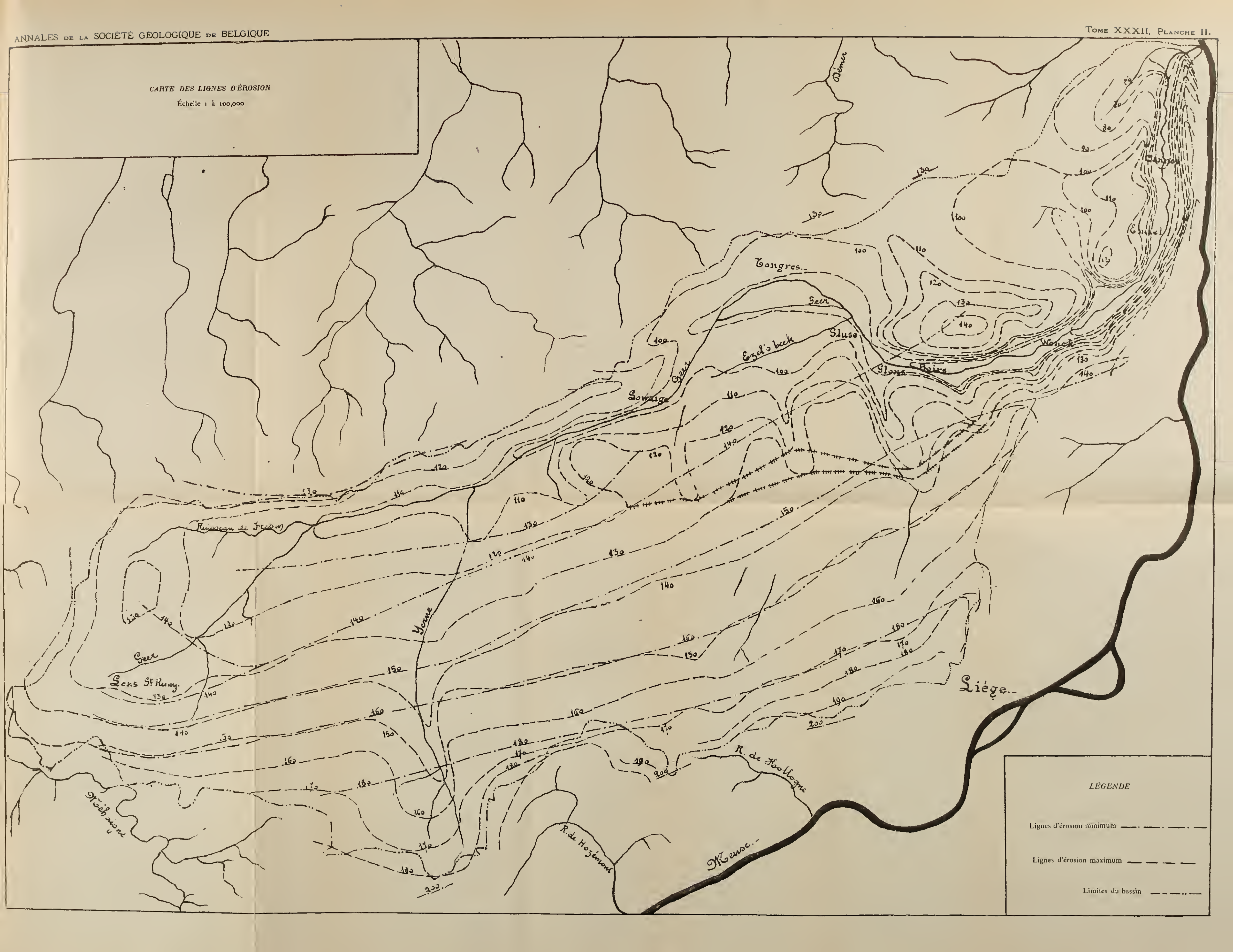
Cp²

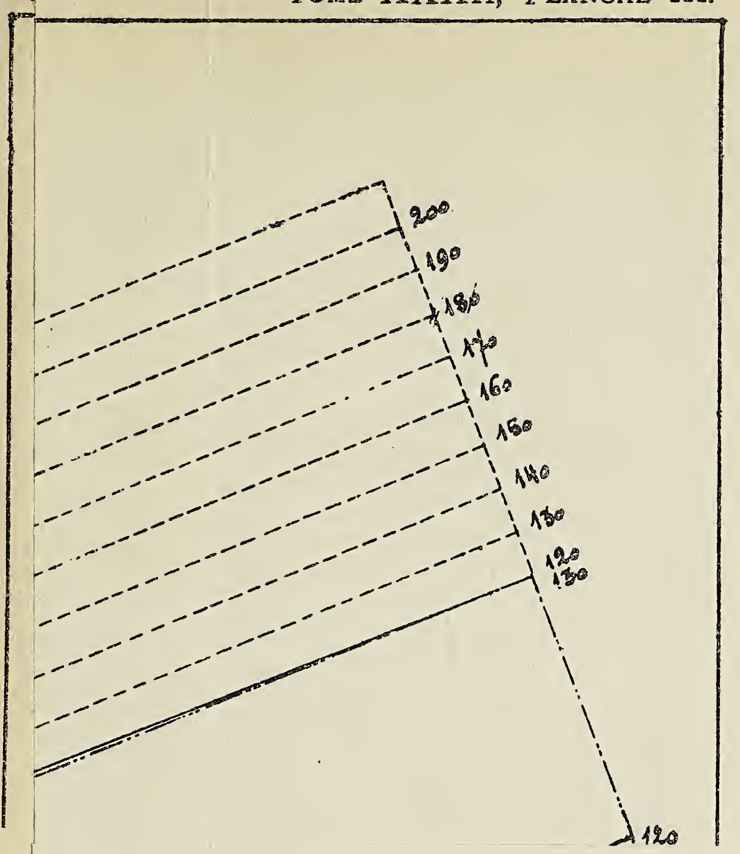
P

H

COUPE GÉOLOGIQUE ORIENTÉE SUD-SUD-EST — NORD-NORD-OUEST

Échelles { longueurs, 1 à 20,000 ; hauteurs, 1 à 5,000


CARTE DES LIGNES D'ÉROSION
Échelle 1 à 100,000
LÉGENDE
Lignes d'érosion minimum
Lignes d'érosion maximum
Limites du bassin
Démer
Tongres
Geer
Sluse
Ezel's beek
Sowaige
Wonck
Canne
Eben
Liége
Lens St Remy
Ruisseau de Fresin
Yerne
Meuse
R. de Hollogne
R. de Hozémont


200
190
180
170
160
150
140
130
120
130
120

EFFETS DE L'ÉROSION
SUR UN PLAN DÉCLINÉ

LÉGENDE

——— profil de la rivière
—·—·— lignes hypsométriques
—··— limites du bassin

Sulfates SO^3	Nitrates N^2O^5	Nitrites N^2O^3	Ammoniaque	Carbonates et bicarbonates	Oxyde de calcium	Oxyde de magnésium	Matières organiques	Germes par c^3.
—	présence	présence	présence	présence	0.185 38	—	—	—
0.020 36	0.016 28	présence	présence	présence	0.191 78	0.024 4	0.020 4	—
—	0.019 36	présence	0.004	présence	—	—	0.028	innombrables
peu	traces	absence	absence	présence	0.166 7	—	—	—
0.023 24	0.012 4	absence	absence	présence	0.159 1	0.022 6	0.022 1	—
peu	0.011 3	absence	0.005	présence	—	—	—	157
—	traces	absence	beaucoup	présence	0.151 9	—	—	—
0.018 8	0.018 2	absence	absence	présence	0.145 7	0.018 1	0.017 0	—
—	0.014 3	absence	0.002 8	présence	—	—	—	72
—	traces	absence	absence	présence	0.133 3	—	—	—
0.010 9	0.018 7	absence	absence	présence	0.153 8	0.021 0	0.017	—
—	0.012 0	traces	absence	présence	—	—	—	73
—	traces	absence	absence	présence	0.159 1	—	—	—
0.011 3	0.016 8	absence	absence	présence	0.148 1	0.022 2	0.025 5	—
—	0.010 87	absence	absence	présence	—	—	—	476
—	traces	absence	beaucoup	présence	0.160 5	—	—	—
0.013 29	0.016 29	0.000 744	0.005 5	présence	0.165 8	0.031 9	0.030 6	—
—	0.009 2	absence	beaucoup	présence	—	—	—	270
—	traces	absence	absence	présence	0.170 0	—	—	—
0.012 4	0.019 0	absence	absence	présence	0.147 3	0.02 17	traces	—
—	0.011 9	absence	absence	présence	—	—	—	10

présence pourrait s'expliquer par le mode de puisage ; en effet, il s'agit d'un puits ouvert, maçonné, situé dans la cour d'une ferme, à Wihogne ; on y puise l'eau à l'aide de seaux suspendus à une chaîne en fer.

*
* *

Outre la source d'Heur-le-Tiexhe dont il a été question jusqu'à présent, il existe, tout le long du ruisseau auquel elle donne naissance, un véritable cordon de petites sources, à débit beaucoup moins considérable.

Nous résumons, dans le tableau des pages 96 et 97, les résultats de l'examen physique et de l'analyse chimique et bactériologique de l'eau de ces sources.

Ces résultats montrent que toutes ces eaux ont sensiblement la même composition chimique.

Elles servent aux besoins alimentaires de la population des villages cités.

Que faut-il penser de leur valeur hygiénique ?

Les résultats des analyses de la source d'Heur-le-Tiexhe montrent, sauf à deux moments, un nombre de germes relativement peu élevé ; rien, dans les caractères chimiques, ne permet de faire condamner cette eau.

En visitant les lieux, on constate que des eaux souillées de la surface, notamment du purin provenant des fermes voisines, se déversent dans le ruisseau au niveau même du point d'émergence de la source. Le débit de cette dernière suffit, en temps normal, pour refouler ces eaux superficielles et pour s'opposer au mélange; en temps de pluie, cependant, l'abondance des eaux de ruissellement est telle, que la source est contaminée.

On voit à quelle cause d'erreur on peut s'exposer, en déclarant une eau bonne, en s'appuyant uniquement sur quelques données analytiques, par exemple les analyses du 3 novembre et du 15 décembre 1901 et celle du 27 janvier 1902.

Les autres sources ne sont pas mieux protégées ; les eaux pluviales, qui ruissellent à la surface du sol, y ont libre accès ; certaines d'entre elles sont même en rapport direct avec des rigoles où circulent des eaux sales.

A Nederheim, on a voulu prendre un peu plus de précautions ; depuis un grand nombre d'années déjà, les trois sources princi-

pales, qui se trouvent dans cette localité, ont été entourées, de trois côtés, par une maçonnerie; le quatrième côté restait ouvert et permettait aux habitants de puiser l'eau au moyen de seaux.

En 1900, à la suite d'une épidémie de fièvre typhoïde qui a fait un grand nombre de victimes, la Commission médicale [1] a prescrit des mesures dans le but de remédier aux défectuosités constatées dans le système de puisage de l'eau.

L'Administration communale de Nederheim a fait fermer complètement les maisonnettes, au moyen d'une porte, et a fait placer, à l'intérieur, une pompe dont la brimbale se trouve à l'extérieur. Ces prescriptions n'ont guère été observées ; à différentes reprises, lors de la récolte de nos échantillons, nous avons constaté que les pompes ne fonctionnaient pas, que le piston était enlevé pendant toute la durée de l'hiver, et que les habitants puisaient avec des seaux comme auparavant. L'enquête et les instructions de la Commission médicale n'ont donc porté aucun fruit.

Faisons même abstraction de cette négligence; le mode de protection paraît être insuffisant, tout au moins pour la source n° 7, dans laquelle nous avons constaté la présence d'ammoniaque d'une façon permanente, pendant les années 1902, 1903 et 1904, alors que les sources voisines n'en contenaient pas.

CONCLUSIONS.

1. Les analyses dont nous venons de faire connaître les résultats confirment la manière de voir des géologues, qui attribuent l'origine des sources que nous avons examinées, à la nappe de la craie hesbignonne.

2. En ce qui concerne la valeur hygiénique de ces eaux, nous devons les déclarer toutes suspectes, parce qu'elles ne sont pas à l'abri des souillures de la surface.

Nous attirons particulièrement l'attention sur l'importance, dans le cas présent, que présente l'inspection des conditions locales.

Laboratoire d'hygiène de l'Université.
Liége, le 12 janvier 1905.

[1] Voir *Rapports des Commissions médicales provinciales*, 1883, p. 224 et 1900, p. 431.

L'allure des nappes aquifères contenues dans des terrains perméables en petit, au voisinage de la mer.

Résultats des recherches faites en Hollande, démontrant l'exactitude de la thèse soutenue par l'auteur, en ce qui concerne le littoral belge,

PAR

RENÉ D'ANDRIMONT (1),

Ingénieur des mines, ingénieur-géologue.

Nous avons été parmi les premiers qui s'occupèrent d'étudier rationnellement les nappes aquifères contenues dans les terrains perméables en petit, avoisinant la mer et, lors de la publication de notre premier mémoire à ce sujet (2), nous n'avions pour toute base que la formule préconisée, en 1887, par un hollandais, M. le capitaine Badon Ghyben, et reprise, dans la suite, par M. Herzberg qui avait reconnu son exactitude en ce qui concerne une nappe d'eau douce contenue dans le sous-sol de l'île de Nordeney. Nous tenons donc à revendiquer la priorité de toutes les déductions et applications tirées de cette conception extrêmement simple d'une nappe d'eau douce flottant sur l'eau de mer plus dense.

Nous avons étudié complètement les relations existant entre les nappes d'eau du continent et les eaux de la mer et nous avons communiqué à la Société géologique et à l'Association des ingénieurs sortis de l'École de Liége, les développements successifs que nous avons donnés à ce sujet, en ce qui concerne le littoral belge (3) (4). Enfin, dans un dernier travail paru en 1904, nous

(1) Mémoire présenté à la séance du 19 février 1905.

(2) Notes sur l'hydrologie du littoral belge. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, p. M 129, 25 mai 1902.

(3) Contribution à l'étude de l'hydrologie du littoral belge. *Ibid.*, t. XXX, p. M 3, 18 janvier 1903.

(4) Étude hydrologique du littoral belge envisagé au point de vue de l'alimentation en eau potable. *Revue universelle des mines*, 4e sér., t. II, 1903,

avons fait connaître les premières recherches expérimentales entreprises en Hollande par M. Eugène Dubois et qui confirmaient déjà en partie notre manière de voir (1).

Nous avons, dès le début, trouvé un contradicteur en notre honorable collègue M. O. van Ertborn, lequel n'admit en aucun point nos idées et communiqua deux travaux à la Société belge de géologie (2).

Notre dernière note, publiée en 1904 et basée sur les observations de M. Dubois en Hollande, réfutait la plupart des arguments présentés par M. van Ertborn pour combattre notre thèse.

Néanmoins, notre honorable contradicteur, dans une notice bibliographique parue en novembre 1904 (3), au sujet d'un très intéressant travail de M. Penninck, d'Amsterdam, sur lequel nous reviendrons dans la suite, tout en reconnaissant le bien fondé de la plupart des points de la thèse que nous avons toujours soutenue, met encore en doute, cependant, certains faits dont nous avons maintes fois fait ressortir l'évidence.

Sa manière de combattre nos idées sur quelques points est d'autant plus curieuse, qu'elle invoque certaines constatations expérimentales faites par M. Penninck en Hollande, alors que, rationnellement interprétées, ces dernières démontrent, d'une façon absolue, l'exactitude de toutes les conclusions auxquelles nous avaient conduit nos études.

Nous croyons donc très utile de résumer, en quelques mots, notre manière de voir et les objections qui nous ont été faites. Nous parlerons ensuite des travaux et des observations sur le terrain, entrepris en Hollande par M. Eugène Dubois et M. J.-M.-K. Penninck, et nous montrerons comment elles confirment entièrement les conclusions que nous avons été amené à formuler.



L'argile yprésienne constitue la première assise imperméable que l'on rencontre dans le sous-sol du littoral belge. Tous les terrains qui la surmontent sont plus ou moins perméables; l'eau peut circuler librement d'une assise à l'autre. M. Dubois a

(1) Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. M 167, 21 février 1904.

(2) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVI, *Pr.-verb.*, p. 517, et t. XVII, *Mém.*, p. 297.

(3) *Ibid.*, t. XVIII, *Pr.-verb.*, p. 217.

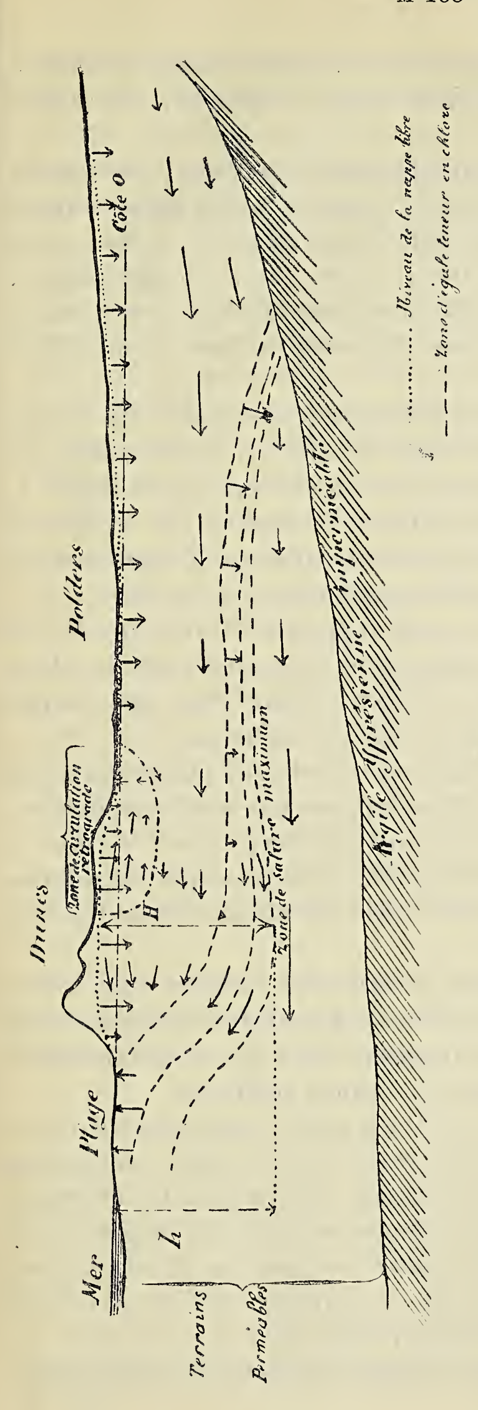


Fig. 1.

d'ailleurs étudié des terrains qui peuvent être assimilés, sous le rapport de la perméabilité, à ceux du sous-sol de nos Flandres. Les nombreux faits qu'il a observés démontrent [1] qu'une pression se transmet presque instantanément depuis la partie supérieure de ces nappes aquifères libres, jusqu'à une profondeur de 34 mètres.

Nous devons donc admettre que ces terrains perméables contiennent de l'eau saumâtre, au moins jusqu'à la ligne du rivage à marée basse. Mais quelle est la nature des eaux du sous-sol, lorsque l'on s'avance vers l'intérieur des terres? La figure 1 montre clairement notre manière de voir à ce sujet.

Les flèches indiquent la direction dans laquelle s'écoulent les eaux et les dimensions de celles-ci donnent une idée des vitesses relatives.

S'il ne s'infiltrait pas, dans le sol, de l'eau douce provenant des précipi-

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. M 167.

tations atmosphériques, l'eau saumâtre renfermée dans ce sol lors du dépôt des terrains plus récents que l'Yprésien, s'y serait maintenue.

Cependant, au fur et à mesure du retrait de la mer, il est tombé de l'eau douce à la surface du sol, et celle-ci, moins dense, a flotté sur l'eau de mer, exhaussant, par le fait même, le niveau de la nappe aquifère douce. La théorie des vases communiquants indique qu'il faut, en effet, une épaisseur H d'eau douce moins dense, pour faire équilibre à une épaisseur h d'eau de mer, plus dense.

Peu à peu, l'eau douce s'est accumulée et a refoulé l'eau de mer jusqu'à ce qu'il se soit établi l'équilibre plus ou moins stable que nous constatons de nos jours et qui est représenté par la figure 1.

En chaque point voisin du littoral, la profondeur à laquelle l'on rencontre de l'eau salée est proportionnelle à la hauteur de la nappe d'eau douce au dessus du niveau moyen de la mer.

Telle est la loi dans sa plus simple expression, au point de vue statique seul. La surface de séparation théorique entre les deux liquides de densité différente, affecte l'allure que nous avons représentée, sur la figure 1, par la courbe inférieure.

En réalité, cependant, la limite entre les eaux saumâtres et les eaux douces n'est pas aussi nette et il existe une zone de transition, dont l'épaisseur varie avec les circonstances. C'est ici que le problème se complique, car nous avons à tenir compte de la diffusion et de la circulation en divers sens des masses d'eau douce et d'eau salée.

La diffusion aura pour effet de saler les couches d'eau douce immédiatement en contact avec les eaux saumâtres sous-jacentes et l'on serait, à première vue, tenté de croire que ce fait aura pour effet de faire remonter la zone de la salure maximum.

Il n'en est rien, cependant, car il est aisé de comprendre que le liquide superposé gagnant en densité, la zone de salure maximum est refoulée plus profondément et que, d'autre part, la différence d'altitude entre la nappe d'eau douce et le niveau moyen de la mer, tendra à décroître. L'eau salée rongera, en quelque sorte, l'eau douce qui la surmonte ; elle se substituerait ainsi à l'eau douce, si celle-ci n'était sans cesse renouvelée.

Nous verrons, dans la suite, combien est juste cette conception,

car elle explique une perte d'eau « mystérieuse », observée par M. Penninck dans les dunes hollandaises.

Voyons maintenant si les eaux douces et salées sont animées d'un mouvement de circulation, et dans quel sens. L'eau saumâtre sous-jacente doit avoir un lent mouvement de circulation vers la mer, car il n'existe pas d'autre direction pour éliminer l'eau « rongée ».

Les eaux de la zone de transition et même celles de toute une partie de la nappe d'eau douce qui les surmonte, doivent également être en mouvement vers la mer, car l'eau qui s'infiltre dans le sol sur toute une zone littorale de 10 à 15 kilomètres de largeur, ne peut trouver à s'écouler que souterrainement vers la mer et l'absorption de l'eau douce par l'eau saumâtre se fera durant tout le trajet. Le mouvement sera donc de plus en plus lent au fur et à mesure que l'on se rapproche du rivage de la mer, et il est évident que la zone de diffusion aura une épaisseur maximum au voisinage immédiat de celui-ci.

Il est maintenant facile de comprendre comment toute cette masse d'eau continentale peut être absorbée par la mer, sans que nous puissions l'observer directement, et les sources d'eau plus ou moins saumâtre que nous verrons sourdre le long du rivage ne donneront, en aucune manière, une mesure exacte de toute l'eau continentale ainsi absorbée. Au voisinage de la mer, l'eau de la nappe libre aura un mouvement ascensionnel, parce que la plage constitue le point le plus bas du pays et qu'il s'y produit un appel d'eau.

De toutes ces considérations, nous avons déduit que la nappe d'eau douce des dunes belges offre des ressources d'eau potable beaucoup plus considérables qu'on ne l'avait cru jusque-là, car :

1° elle est dotée d'une réserve d'eau douce accumulée dans le sous-sol des dunes mêmes, par le fait de la différence de densité entre l'eau douce et l'eau salée; cette réserve pourrait permettre, pendant un temps assez considérable, de capter plus d'eau qu'il ne s'en infiltre annuellement dans les dunes elles-mêmes;

2° au fur et à mesure que cette réserve s'épuisera, l'affluence d'eau venant de l'intérieur du pays deviendra plus considérable et suppléera à celle-ci. Cette seconde conclusion s'impose, car le niveau de la nappe continentale est supérieur au niveau moyen de la mer.

Quant à la qualité de l'eau dunale, nous n'avons jamais pensé qu'elle pût être sujette à caution, alors même qu'une captation continue y attirerait de l'eau polluée du continent. Nous avons, en effet, toujours estimé qu'une circulation à travers une épaisseur de 20 à 30 mètres de sable des dunes pur, devait suffire pour rendre potable une eau, quelque mauvaise qu'elle soit.

Telle est, en résumé, la thèse que nous avons toujours soutenue. Nous en avons un peu développé certains points, à cause de l'obstination que nos contradicteurs ont mise à ne pas vouloir comprendre l'exposé que nous en avions fait précédemment.

Nous y ajoutons encore quelques détails, parce qu'ils montreront à quel point les observations faites en Hollande, confirment, à tous égards, nos idées.

* * *

1° La nappe d'eau douce montera et descendra avec les marées. Ce mouvement sera d'autant moins sensible qu'on s'éloignera davantage du rivage.

2° Si l'on épuise une certaine quantité d'eau, assez notable pour qu'il se forme, dans la nappe, une dépression appréciable, le cube d'eau douce « rongé » par l'eau de mer sera momentanément diminué en cet endroit; la diffusion se fera sur une épaisseur plus considérable et il se formera une « protubérance » dans la surface, précédemment unie, de l'eau saumâtre sous-jacente.

3° Nous avons dit, dans notre « Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge », que la direction dans laquelle s'écoule une nappe libre, ne dépend pas uniquement de sa forme extérieure et que, par conséquent, l'eau de la partie superficielle d'une nappe, peut s'écouler, en certains endroits, dans un sens opposé à celui de l'écoulement général.



Nous reprendrons maintenant les diverses objections qui ont été présentées par M. van Ertborn, à la suite de nos travaux, et nous montrerons jusqu'à quel point les observations faites en Hollande nous ont donné raison.

I. — M. van Ertborn a prétendu que l'eau douce ne peut flotter sur l'eau salée. Il a été jusqu'à nier les résultats d'un calcul basé sur la théorie des vases communiquants. Les calculs auxquels

il s'est livré, l'ont conduit à une différence insignifiante, 0.087 m., entre le niveau de l'eau douce du continent et le niveau moyen de la mer [1].

Ce calcul n'est exact qu'à condition de méconnaître la loi de la pesanteur ! Il nous a suffi de quelques mots pour réfuter ces erreurs dans notre précédent travail.

II. — Nous avions toujours prétendu que, si l'on venait à rompre l'équilibre hydrostatique, en pompant de l'eau dans les dunes, un nouvel équilibre ne tarderait pas à s'établir et que, par conséquent, l'eau d'une nappe libre reposant sur une base mobile peut remonter par ce fait. M. van Ertborn a nié la possibilité d'un pareil phénomène et il a même cru « que le caractère fondamental de toute nappe libre est de ne pouvoir remonter » [2].

III. — M. van Ertborn a soutenu que le cube d'eau que pourraient fournir les dunes serait tout au plus suffisant pour alimenter de toutes petites stations balnéaires.

A son avis, il manque, à la nappe des dunes, un bassin compensateur [3]. M. van Ertborn ne croit pas que l'eau du sous-sol de la zone littorale puisse s'écouler souterrainement vers la mer, en passant par les dunes [4]. Il partage, en ce point, les idées de M. Penninck. Les observations de ce dernier démontrent, en effet, que, en Hollande, il existe un courant d'eau saumâtre en profondeur, s'écoulant de la mer vers l'ancienne mer de Haarlem.

M. van Ertborn en déduit que, en Belgique, il en est de même et que pas une goutte d'eau venant de l'intérieur des terres ne s'écoule souterrainement vers la mer. Nous montrerons, dans la suite, que le fait de l'écoulement des eaux vers la dépression que constitue la mer de Haarlem démontre précisément la possibilité de l'écoulement, dans des conditions identiques, des eaux du continent vers le point le plus bas qui se trouve être, en Belgique, la Mer du Nord.

IV. — Nous avons estimé à 4 mètres cubes au minimum par hectare et par jour, le cube d'eau absorbé par le sol sableux des dunes. Nous nous basions, pour cette estimation, sur ce fait, que la perméabilité du sable des dunes est, en tous cas, supérieure

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Mém.*, p. 299, 1903.

(2) *Ibid.*, p. 312.

(3) *Ibid.*, pp. 300-301.

(4) *Ibid.*, t. XVIII, *Proc.-verb.*, pp. 218-219, 1904.

à la perméabilité du limon de Hesbaye, lequel permet de compter sur un rendement de 4 mètres cubes par hectare et par jour.

Quant à M. van Ertborn, il estime le rendement de la nappe des dunes à 2 ou 3 mètres cubes (1).

V. — M. van Ertborn croit que, si l'on établissait une prise d'eau quelque peu importante dans les dunes, l'eau mauvaise des polders s'y infiltrerait et contaminerait la nappe aquifère.

Telles sont, résumées, les objections qui ont été présentées à la thèse que nous avons toujours soutenue.

* * *

Nous allons voir maintenant comment les observations faites en Hollande, nous ont donné raison. Nous répondrons, dans l'ordre établi plus haut, aux objections que l'on nous a faites.

I. — M. Penninck, dans l'important travail qu'il vient de publier à ce sujet (2), démontre, par une série d'observations très complètes, et d'une façon indiscutable, que la théorie de l'eau douce flottant sur l'eau de mer est vraie.

Les chiffres donnés par la formule correspondent partout à la réalité.

M. van Ertborn lui même reconnaît que la théorie de l'eau mobile est vraie (3). Comme nous l'avions toujours prédit, il existe une zone de transition, épaisse de 10 à 20 mètres, contenant des eaux mélangées, saumâtres.

II. — Les observations faites le long du littoral hollandais par M. E. Dubois (4) et par M. Penninck montrent que la nappe libre a un mouvement ascensionnel dans les polders bas. Il se produit, de même, un mouvement ascensionnel de la nappe des dunes, lorsque l'on y fait un appel d'eau. On voit, par là, quelle a été l'erreur de M. van Ertborn, lorsqu'il a posé comme un principe fondamental, que l'eau d'une nappe libre ne peut remonter. Dans son dernier travail de 1904, M. van Ertborn admet enfin ce mouvement ascensionnel.

(1) *Ibid.*, t. XVI, *Proc.-verb.*, p. 521, 1902.

(2) De « prise d'eau » der Amsterdamsche Duinwaterleiding. *Institut royal des Ingénieurs*. La Haye, 1904.

(3) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVIII, *Proc.-verb.*, p. 221, 1904.

(4) E. Dubois. Étude sur les eaux souterraines des Pays-Bas. L'eau douce du sous-sol des dunes et des polders. *Archives du Musée Teyler*, sér. 2, t. IX, 1re part., 1904.

Chose étonnante, il annonce même comme une découverte de M. Penninck, ce phénomène dont nous avons déjà parlé dans notre travail paru en 1902.

III. — Le fait que l'eau de la nappe libre des dunes remonte lorsque l'on y établit une prise d'eau assez importante, permet de compter sur le bassin compensateur dont nous avons révélé l'existence et dont M. van Ertborn n'a jamais voulu entendre parler.

Nous avons soutenu, de plus, que toute une zone littorale de 15 à 20 kilomètres de largeur sert, en Belgique, de bassin compensateur et nous avons donné les arguments suivants à l'appui de notre manière de voir.

1° Absence presque complète de sources et d'exutoires superficiels.

2° L'argile yprésienne est la base imperméable de la nappe libre des polders et des dunes; elle s'incline régulièrement vers la mer.

3° La Mer du Nord et la plage étant les régions les plus basses et le niveau de la nappe aquifère des polders étant supérieur au niveau moyen de la mer, l'eau doit s'écouler vers cette dernière.

Nous en avons conclu que les eaux qui s'infiltrent dans le sol de toute la zone littorale s'écoulent souterrainement vers la mer et que, par conséquent, toute cette zone peut servir de bassin compensateur, dans le cas où l'on établirait une captation dans les dunes. Les observations faites depuis nous donnent entièrement raison.

M. Penninck démontre, en effet, d'une façon indiscutable, qu'en Hollande également, les eaux de la nappe libre se dirigent vers le point le plus bas de la région, l'ancienne mer de Haarlem, qui se trouve en dessous du niveau moyen de la mer. Cette dépression joue donc exactement le même rôle que celui que nous avons prévu pour la dépression formée par la plage et la Mer du Nord en Belgique; au surplus, pour mieux faire comprendre les mouvements qui affectent ces différentes parties de la nappe libre en Hollande, nous reproduirons, dans ses grandes lignes, la coupe établie par M. Penninck (fig. 2); cette coupe est basée sur les observations des niveaux de l'eau dans les puits profonds et superficiels et sur la teneur en chlore des différentes parties de la nappe.

Si nous comparons cette figure à celle que nous avons donnée plus haut pour la Belgique, nous remarquons :

1° Que les zones d'égale teneur en chlore s'écartent l'une de l'autre au fur et à mesure que l'eau se rapproche de la dépression à laquelle elle aboutit. La raison en est que l'eau salée est ici « rongée » en route, par l'eau douce et que sa vitesse diminue, en s'approchant du but à atteindre. Il en résulte que la diffusion se fait sentir avec d'autant plus d'intensité, que le liquide surnageant devient plus dense et que la zone de teneur maximum en chlore est refoulée plus profondément.

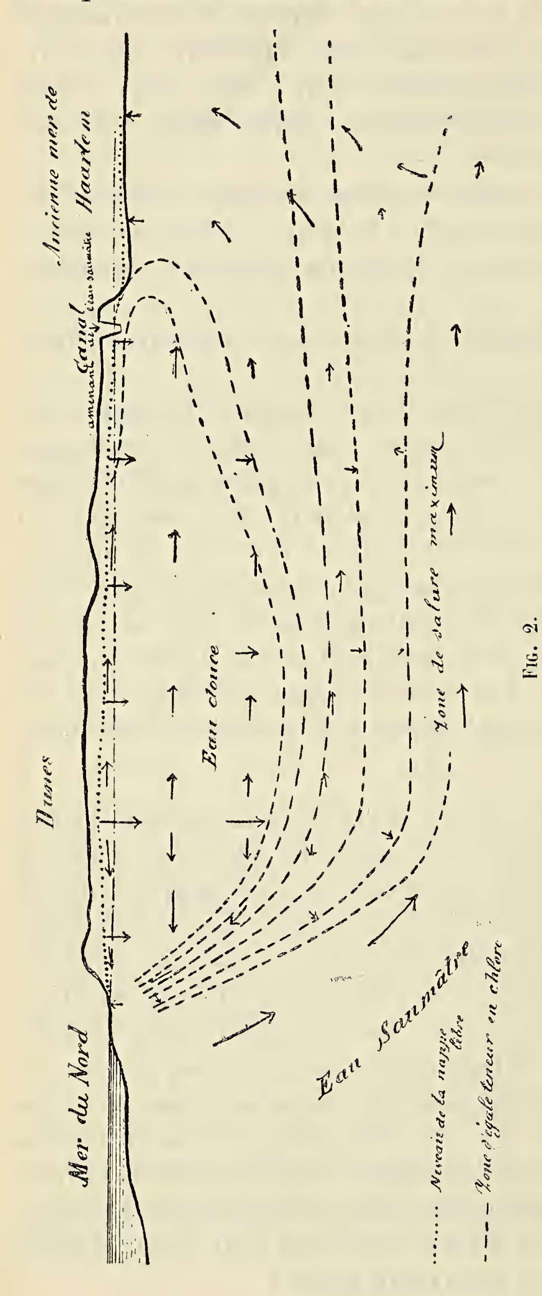


Fig. 2.

La diffusion lente de l'eau douce par l'eau salée produit une perte d'eau douce, qualifiée de « mystérieuse » par M. Penninck ; cette perte se produit de la même manière en Belgique. Comme nous l'avons toujours dit, elle est nécessaire, car, si elle était supprimée, par suite d'une captation d'eau plus intense, la diffusion l'emporterait et gagnerait les couches supérieures, comme cela se produit pour la mer de Haarlem.

2° La couche d'eau douce et l'eau salée

sous-jacente sont animées également d'un mouvement vers la mer de Haarlem. On voit donc que, si l'on avait appliqué à la Hollande la théorie que nous avions donnée pour la Belgique, on aurait parfaitement pu prévoir ce que M. Penninck y a trouvé.

Cette constatation démontre, d'une façon absolue, la justesse de nos vues, en ce qui concerne le littoral belge.

IV. M. Penninck a trouvé un rendement, dans les dunes, de 8 à 10 mètres cubes par hectare et par jour en moyenne. M. van Ertborn avait trouvé exagéré le chiffre de 4 mètres cubes que nous donnions comme un minimum.

V. M. van Ertborn croit enfin qu'il y aurait danger à attirer dans les dunes l'eau impropre à la consommation, qui est contenue dans les polders. Nous nous sommes efforcé, mais en vain, de lui démontrer que cette eau circule, avant d'arriver à l'endroit de la captation, au travers d'une couche de sable des dunes suffisamment épaisse pour qu'elle soit complètement purifiée.

Pour terminer la série des arguments de M. van Ertborn et pour donner une dernière idée de leur valeur scientifique, nous dirons que cet auteur ne croit pas que l'équilibre soit établi entre l'eau douce et l'eau de mer, selon le processus que nous avons indiqué plus haut. Il croit, au contraire, que les eaux douces contenues dans le sous-sol, en contrebas de la mer, sont des eaux fossiles qui ont imprégné les couches avant leur affaissement et sont descendues avec elles jusqu'à ce niveau, à première vue insolite. Il appuie son argumentation sur les considérations géologiques suivantes : le sol s'est affaissé au fur et à mesure que la sédimentation lui faisait compensation pour le maintenir au-dessus de la mer. Nous avouons que nous ne comprenons pas comment une formation sédimentaire marine aurait pu se former *au-dessus* du niveau de la mer. Au surplus, nous ferons remarquer :

1° que les sédiments marins étant actuellement saturés d'eau douce, celle-ci ne peut que s'être substituée à l'eau saumâtre contemporaine de la sédimentation des couches. Il n'y a donc guère moyen de considérer ces eaux douces comme « fossiles » ;

2° que M. Penninck, dans le travail que M. van Ertborn a lui-même analysé dernièrement, dans le *Bulletin de la Société belge de géologie*, démontre, par des observations concluantes de niveaux piézométriques à diverses profondeurs, que les eaux

douces et même les eaux saumâtres sous-jacentes circulent avec une vitesse appréciable; par conséquent, elles ne peuvent pas être des eaux « fossiles » stagnantes.

***

En résumé, nous ne voyons pas pourquoi le sous-sol des dunes belges ne donnerait pas autant d'eau que les dunes hollandaises et l'on sait que celles-ci alimentent les 500 000 habitants de la ville d'Amsterdam.

Nous avons montré que la nappe d'eau douce du littoral belge est tout aussi étendue qu'en Hollande.

La surface recouverte par les dunes ne change en rien l'étendue de la nappe et la vitesse des eaux du sous-sol.

Il suffit que cette superficie des dunes soit suffisante pour y établir une prise d'eau. Le point important est de savoir si l'eau capturée pourrait se renouveler.

Sans vouloir chercher à apprécier la vitesse de circulation de l'eau dans les sables, nous pouvons cependant affirmer, à ce point de vue, que le littoral belge se trouve dans des conditions plus favorables que le littoral hollandais :

1° Notre sol est de plusieurs mètres plus élevé que le niveau moyen de la mer.

2° Il ne s'y trouve guère de dépression analogue à l'ancienne mer de Haarlem et constituant, comme elle, une zone où l'eau saumâtre peut faire irruption et diminuer ainsi le cube d'eau douce disponible.

3° La base imperméable se trouve à une beaucoup moins grande profondeur et elle penche vers la mer.

Nous citerons encore quelques observations de M. Penninck qui confirment nos idées jusque dans les moindres détails.

1° M. Penninck a trouvé que le niveau de la nappe d'eau douce oscille avec les marées, conformément à nos prévisions ; cette oscillation est maximum au voisinage de la mer et se fait sentir jusqu'à une distance de 1 550 m. du rivage.

2° Lorsque l'on établit un pompage intense au voisinage du littoral hollandais, la proportion en chlore de l'eau augmente en cet endroit. Comme nous l'avons prévu, il se forme une protubé-

rance dans la surface précédemment unie de l'eau saumâtre sous-jacente. Comme nous l'avons dit depuis longtemps déjà, il ne faut donc pas exagérer l'intensité du pompage, si l'on veut éviter l'invasion de l'eau saumâtre.

3° Les observations que M. Penninck a faites en repérant le niveau de l'eau dans les puits profonds et les puits superficiels, démontre un phénomène dont nous avons prévu l'existence.

L'eau de la partie supérieure d'une nappe libre peut, en certains endroits, s'écouler dans un sens opposé à l'écoulement général des parties profondes.

Nous sommes convaincu que c'est avec la meilleure foi du monde que M. van Ertborn a combattu notre thèse sur l'allure des nappes aquifères dans les terrains perméables en petit, au voisinage de la mer.

Nous n'aurions certes pas prolongé ce débat, par déférence pour notre vénérable contradicteur, si ce dernier ne nous avait opposé, dans un article bibliographique [1], certaines des observations de M. Penninck, alors que celles-ci nous donnent entièrement raison, pour peu que l'on ait une notion nette des lois de la pesanteur.

Nous sommes donc extrêmement reconnaissant à notre honorable adversaire de nous avoir fourni l'occasion de publier un travail qui démontre, par des observations détaillées sur le terrain, l'exactitude de notre thèse, jusque dans ses plus petits détails.

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVIII, *Proc.-verb.*, pp. 217-225, 1904.

Note préliminaire sur une nouvelle méthode pour étudier expérimentalement l'allure des nappes aquifères dans les terrains perméables en petit.

Application aux nappes aquifères qui se trouvent en relation directe avec les eaux de la mer,

PAR

RENÉ D'ANDRIMONT [1],
Ingénieur des mines, ingénieur géologue.

M. de Heen, professeur de physique à l'Université de Liége, ayant gracieusement mis à ma disposition son laboratoire, j'ai entrepris une série d'expériences sur la perméabilité des terrains et sur la circulation de l'eau dans la nappe aquifère. J'ai, notamment, cherché à reproduire, dans une cuve en verre de 0m.60 de côté et de 0m.30 de haut, l'allure des nappes aquifères au voisinage de la mer, telle que je l'ai toujours conçue.

Je demande, d'ailleurs, à mes collègues de bien vouloir m'accompagner au laboratoire de M. de Heen et je reproduirai devant eux l'expérience que je vais décrire [2].

La cuve a été remplie de sable des dunes; j'ai donné au sable un profil se rapprochant, le plus possible, de celui du littoral belge. J'ai incliné légèrement la cuve, de telle sorte que le terrain et la base imperméable soient légèrement inclinés vers le point le plus bas du profil, qui représentait la Mer du Nord. J'ai d'abord versé, dans la dépression marine, une solution de bichromate potassique, de

(1) Mémoire présenté à la séance du 19 février 1905.

(2) Les rapporteurs, MM. A. Halleux, P. Questienne et H. Forir ont assisté à ces expériences et déclaré qu'elles sont exactement décrites dans cette note.

densité équivalant à celle de la mer, jusqu'à ce que tout le sable fût imbibé capillairement et coloré en jaune orange jusqu'à l'horizontale correspondant au niveau de la mer. J'ai ensuite versé régulièrement de l'eau douce incolore sur la partie représentant le continent. J'avais eu soin de disposer, en divers endroits le long des parois de verre, des grains de permanganate potassique, afin que les traînées coloriées, émanant de ceux-ci, donnent des indications précises sur le chemin parcouru par une goutte d'eau, à partir du moment où elle atteint la nappe aquifère.

Voici les phénomènes que j'ai observés :

L'eau saumâtre colorée en jaune a été refoulée au fond du vase. La profondeur à laquelle se trouvait la zone de transition était partout proportionnelle au niveau de la nappe d'eau douce. La forme de la surface de séparation entre les eaux douce et saumâtre était exactement celle (fig. 1) que j'ai indiquée dans le premier mémoire ([1]) que j'ai publié à ce sujet, le 25 mai 1902, alors que,

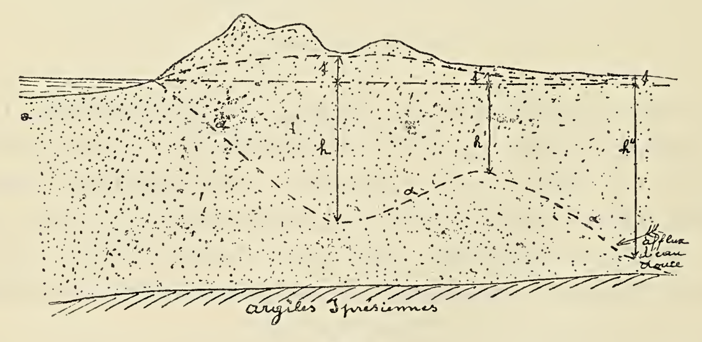


Fig. 1.

pour toute donnée, je ne possédais que les observations faites à l'île de Nordeney et qui démontraient qu'une lentille d'eau douce peut flotter sur l'eau salée, plus dense.

Une zone de diffusion très peu importante s'est formée. Après huit jours de repos, la distinction entre l'eau saumâtre et l'eau douce était encore très nette. J'ai fait concurremment l'expérience contraire, c'est-à-dire que de l'eau saumâtre a été versée sur de l'eau douce ; au bout de très peu de temps, l'eau salée s'est mélangée

([1]) Note sur l'hydrologie du littoral belge. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, fig. 5, p. M 136.

à l'eau douce. Durant tout le temps de l'alimentation en eau douce, il s'en écoulait le long de la plage artificielle. Les eaux avaient un mouvement ascensionnel le long de la plage.

Lorsque l'on produit artificiellement un appel d'eau à la partie supérieure de la nappe d'eau douce, il se forme une protubérance dans la surface de séparation entre l'eau douce et l'eau salée.

Si l'on provoque une oscillation équivalant à une marée, la surface de délimitation entre les eaux douces et salées oscille également.

*
* *

La méthode expérimentale, qui vient d'être décrite et appliquée au cas d'un rivage marin, pourrait servir à déterminer la direction d'écoulement des nappes aquifères, quelles que soient les conditions spéciales où elles se trouvent. Nous pourrons, notamment, étudier les relations qui existent entre la forme extérieure de la nappe, le profil du sol et celui de la base imperméable. Mieux encore, les traînées rouges que l'eau engendre à son passage sur les grains de permanganate, sont tellement nettes, quelles permettent de déterminer, pour ainsi dire exactement, *le chemin parcouru par une goutte d'eau*, depuis le moment où elle entre dans la nappe aquifère, jusqu'au moment où elle en sort par un exutoire quelconque.

Nous pourrons, de même, étudier l'influence drainante d'une dépression, d'une galerie ou d'un puits, atteignant une nappe aquifère.

Cette méthode s'annonce donc comme devant être féconde en résultats pratiques. Dès sa première application, elle nous a permis de déterminer quelques notions d'hydrologie restées, jusqu'à présent, assez obscures :

1° Dans le cas le plus simple d'une nappe aquifère dominant une vallée et drainée par celle-ci, la trajectoire décrite par une molécule est une courbe régulière, dont la concavité est dirigée vers le haut. Nous nous réservons de reprendre les calculs qui ont été faits à ce sujet, et nous comparerons la courbe calculée avec la courbe réelle.

2° La plupart des hydrologues ont admis, sans y faire d'objection, que l'on peut distinguer, dans une nappe libre, une partie active et une partie passive.

D'après la définition adoptée, la partie active ou mobile d'une nappe serait au-dessus du plan horizontal passant par le point le plus bas, pouvant servir d'exutoire à la nappe.

La partie passive, ne participant pas au mouvement général de la nappe, serait donc située en-dessous du même plan (fig. 2).

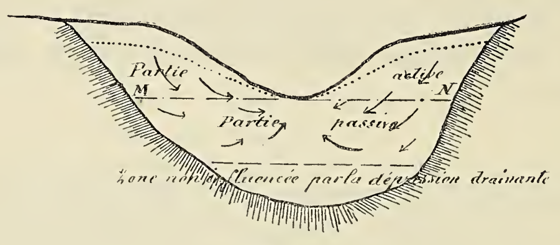


Fig. 2.

Notre expérience a démontré que la notion de la partie passive, telle qu'elle a été proposée et généralement acceptée est fausse. En effet, les grains de permanganate situés en des points différents, comparables aux points de départ des flèches, ont dégagé des traînées de permanganate, très importantes, dans le sens indiqué.

Il résulte de là, qu'il faut reporter beaucoup plus bas la zone non influencée par la dépression drainante.

L'appellation *active* pourra être conservée à la partie de la nappe située au-dessus du plan MN, car c'est le poids de cette partie qui donne la charge nécessaire pour mettre en mouvement la partie passive qui subit l'action de la partie active.

Il existe alors, en-dessous de la partie passive, une troisième zone, où les eaux ne seront plus soumises à l'action drainante de la dépression et, dans le cas de la figure 2, par exemple, elles pourront, pour ainsi dire, être stagnantes. Cette zone jouira des propriétés que l'on avait attribuées à tort à la nappe passive.

Remarquons, en passant, que la circulation de l'eau est possible à une certaine profondeur en-dessous du niveau de drainage d'une région, et qu'il est facile ainsi, d'expliquer les altérations de certains gîtes métallifères et la dissolution des calcaires en-dessous du niveau de drainage d'une région, sans devoir faire appel à des soulèvements et des affaissements du sol.

* * *

Voyons maintenant s'il est possible de déterminer la profondeur de la zone non influencée par une dépression drainante déterminée. Nous savons (fig. 3) que la surface qui limite une nappe aquifère

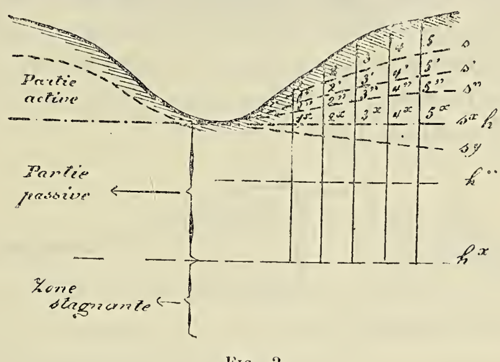


Fig. 3.

est une courbe, s, ayant une forme plus ou moins parabolique. Cette forme peut avoir été reconnue par une succession de puits tubés, 1, 2, 3, 4, 5. Supposons que nous approfondissions ces mêmes puits jusqu'à un niveau marqué par l'horizontale h'. Si ces puits ne sont en communication avec la nappe que par la base, l'eau montera jusqu'aux hauteurs 1', 2', 3', 4, 5'. Nous pourrons faire passer, par ces points, une courbe s', analogue à la courbe s, mais généralement plus aplatie. De même, les puits approfondis jusqu'en h'' donneront une courbe s''.

Il arrivera un moment où les puits auront atteint une profondeur telle, que la courbe s^x se confondra avec l'horizontale. La profondeur des puits, à ce moment, correspondra à la limite entre la partie passive et la zone des eaux non influencées par la dépression drainante.

Cependant cette zone, non influencée par une dépression déterminée, peut contenir des eaux circulant, en profondeur, dans un sens différent de celui de la circulation des eaux des parties active et passive. Nous pourrions, en effet, trouver, pour des eaux contenues en-dessous de h^x, une courbe telle que s^y, indiquant une circulation en sens inverse, vers un exutoire situé à droite et à une plus grande profondeur que la dépression.

Les expériences que nous avons faites pour reproduire les conditions hydrologiques du littoral belge ont démontré la possibilité de ces circulations d'eau dans des directions différentes, en ce qui concerne le versant continental des dunes. Pour celui-ci, en effet, des eaux circulent, superficiellement vers le continent, et en profondeur vers la mer. Nous avions d'ailleurs déjà parlé de ce phénomène dans une de nos précédentes communications [1].

Nous reproduisons ci-après (fig. 4), la figure 4 que nous avons publiée dans ce travail, p. M 182, et que nous avons obtenue exactement dans notre expérience.

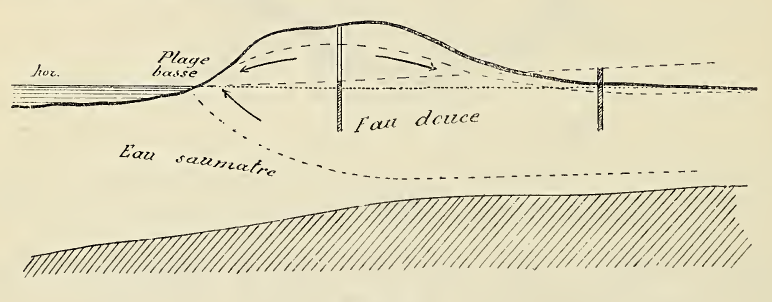


FIG. 4.

Il ressort de tout ce qui précède, qu'il ne faut pas toujours se baser sur la position des crêtes de partage des eaux souterraines, pour calculer l'étendue de leur bassin alimentaire.

Nous dirons, pour terminer, que cette communication est forcément incomplète, à cause du petit nombre d'expériences que nous avons pu faire jusqu'à ce jour.

Nous nous réservons d'étudier tous les cas qui peuvent se présenter dans la nature et nous espérons compléter ainsi les idées émises aujourd'hui. Nous chercherons à concilier les résultats d'expériences avec le calcul et à en tirer des lois générales sur la circulation de l'eau dans les nappes aquifères contenues dans les terrains perméables en petit.

[1] Note complémentaire sur l'hydrologie du littoral belge. *Ann. Soc. geol. de Belg.*, t. XXXI.

Essai de Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines,

PAR

G. DEWALQUE [1].

—

(PLANCHE IV).

—

La carte que nous avons l'honneur de présenter à la Société, a été entreprise à l'occasion de la confection de notre *Carte géologique* au 1 : 500 000, dont elle reproduit la topographie et les contours géologiques; sur ce canevas nous avons figuré en rouge à peu près toutes les failles, avec leurs inclinaisons quand elles étaient connues. Nous avions pour nous guider la *Tektonische Karte Sudwestdeutschlands* de Regelmann, publiée par l'*Oberrheinischer geologischer Verein* pour faciliter les études relatives aux tremblements de terre. Nous avons cherché à faciliter en outre l'examen des questions de tectonique, dont l'importance devient prépondérante.

Des circonstances personnelles, notamment l'affaiblissement de notre vue, ont retardé l'achèvement de notre travail, mais elles nous ont permis de l'améliorer vers l'est et le nord du pays, et d'y tracer les anticlinaux et les synclinaux que M. le professeur M. Lohest a présentés à la Société et qu'il a eu l'obligeance de revoir et de compléter pour notre travail.

Nous avons aussi à le remercier pour les deux coupes figurées à droite et à gauche de la carte. Nous aurions voulu placer la coupe N.-S. un peu plus à l'Ouest, de manière à montrer la structure du massif cambrien de Rocroy, mais cela ne nous aurait pas permis de représenter la géologie souterraine de la province d'Anvers.

[1] Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

Ces deux coupes sont à l'échelle de la carte, 1 : 500 000, la même pour les hauteurs que pour les longueurs.

Nous espérons que ce travail sera accuellli favorablement, comme l'a été la carte de Regelmann, par tous ceux qui s'intéressent à la question des tremblements de terre. Nous n'attendons pas un accueil moins favorable de la part des géologues qui s'intéressent particulièrement aux questions de tectonique, car nous espérons qu'elle facilitera leur travail. Nous n'entrerons pas dans des considérations théoriques à ce sujet; il faudrait commencer par distinguer les dislocations produites par mouvements tangentiels de celles qui sont dues aux mouvements radiaux. Cela nous semble hasardeux pour beaucoup de ces accidents, et impossible pour d'autres.

Nos jeunes géologues verront plus loin que nous.

Complément de la faune des psammites du Condroz (Famennien),

PAR

P. Destinez ([1]).

J'ai l'honneur de présenter un complément à mon travail « Faune » et flore des psammites du Condroz (Famennien) » ([2]).

Depuis la publication de ce travail, en 1904, l'occasion m'a été fournie d'étudier, outre ce que j'ai récolté moi-même dans le courant de l'année dernière, différentes collections particulières, dans lesquelles j'ai constaté plusieurs nouvelles espèces, non encore décrites et un bon nombre d'autres, que j'ai pu déterminer et qui sont nouvelles pour la Belgique.

J'ai pensé qu'il serait utile de signaler ces espèces qui sont au nombre de 61 ; ajoutées aux 194 déjà mentionnées, elles forment un total de 255 espèces pour le Famennien supérieur (*Fa2*).

Ces fossiles sont répartis, dans la liste suivante comme dans le travail susmentionné, dans les cinq assises de l'étage; j'ai réservé, en outre, une sixième colonne pour les espèces dont le gisement n'est pas clairement désigné et enfin, une septième, renseignant les localités d'où proviennent les espèces.

Avant de donner communication de cette liste, je désire attirer l'attention sur les deux gîtes fossilifères du Condroz, celui de Bois-de-Mont (Clavier) et celui de Méan, que l'on considère avec raison, je pense, comme appartenant au niveau le plus supérieur du Famennien, assise de Comblain-au-Pont (*Fa2d*). Tous les deux sont particulièrement intéressants, d'abord par les nombreux lamellibranches rares ou nouveaux pour notre pays qu'ils m'ont fournis, ensuite par l'abondance d'un petit ostracode. Ce crustacé

([1]) Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

([2]) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. M 247.

que, d'abord, j'avais considéré comme appartenant au genre *Beyrichia*, semble plutôt se rapprocher d'une espèce nouvelle décrite et figurée par Rupert Jones, en 1890 [1], sous le nom de *Ulrichia Conradi*, provenant du *Hamilton-Group* de Thedford, Canada. Comme celle-ci, la carapace de l'espèce du Condroz est chargée de petites ponctuations ou granulations; elle possède, en outre, deux assez gros tubercules aux extrémités du bord cardinal, tubercules qui semblent même dépasser un peu ce bord. Sur le moule interne de l'espèce belge, on remarque, entre ces deux tubercules extrêmes, une petite dépression centrale, qui semblerait provenir d'un troisième tubercule; mais je n'ai pu le voir en relief sur aucun exemplaire; il se peut que ce ne soit là qu'une impression musculaire.

Ulrichia Conradi paraissant être rare, il est probable que le savant spécialiste anglais qui l'a décrite, n'a pas eu connaissance de l'intérieur des valves. Quoi qu'il en soit, sauf cette dernière circonstance, et la taille qui est un peu plus forte dans l'espèce belge, je ne crois pas me tromper en l'assimilant à *Ulrichia Conradi*, Rupert Jones.

Les dimensions de l'espèce belge sont :

longueur du bord cardinal	2.5 m/m.
hauteur	1.5 m/m.

Les dimensions de l'espèce canadienne sont :

longueur du bord cardinal	0.8 m/m.
hauteur	0.45 m/m.

Quant aux brachiopodes famenniens, les quelques rares espèces que j'ai encore rencontrées dans les deux gisements en question, principalement *Spirifer disjunctus*, y sont de très petite taille, sauf *Strophalosia (Productus) Murchisoniana*, De Koninck, qui atteint de grandes dimensions.

Voici la liste des espèces nouvelles :

[1] T. Rupert Jones. Contributions to Canadian Micro-Palæontology, part. III, pl. XI, fig. 13, p. 95. *Geol. and Natur.-Hist. Survey of Canada*, Montreal, 1891 et *Quart. Jour. Geol. Soc.* London, vol. XLVI, 1890, p. 544, fig. 2.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE						LOCALITÉS.
	Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	
CRUSTACÉS.							
Estheria aff. membranacea, Pacht	.	.	.	.	×	.	Rivage.
— *pulex*, Clarke.	.	.	.	×	.	.	Bilstain.
Ulrichia Conradi, Rupert Jones.	.	.	.	.	×	.	Bois-dè-Mont (Clavier), Méan.
GASTROPODES.							
Euomphalus hecale, Hall = *E. depressus*, Goldf.	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
LAMELLIBRANCHES.							
Aviculopecten cancellatus, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *æquilateralis*, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *(Crenipecten ?) incultus*, Hall . .	.	.	.	.	.	×	Bords de l'Ourthe.
Cimitaria elongata, Conrad	.	.	×	.	.	.	Monfort.
Edmondia ellipsis, Hall.	.	.	.	.	.	×	S. de Chanxhe.
— *Philipi*, Hall.	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *? tenuistriata*, Hall.	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Glossites subnasutus, Hall.	.	.	.	.	.	×	Bords de l'Ourthe.
Goniophora sp. n.	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Grammysia communis, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *aff. undata*, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *sp.*	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Leiopteria Dekayi, Hall.	.	.	.	.	×	.	Méan.
— *sp. n., aff. L. Torreyi*, Hall . . .	.	.	×	.	.	.	Monfort.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE						LOCALITÉS.
	Esneux. Fa1c	Souverain-Pré. Fa2a	Monfort. Fa2b	Evieux. Fa2c	Comblain-an-Pont. Fa2d	Douteuse.	
Leptodesma acutirostrum, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *Jason*, Hall.	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *Nereus*, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *aff. robustum*, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *sp. n.* (3 espèces).	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
Lunulicardium ornatum, Hall	.	.	.	.	×	.	Méan.
Modiola (Mytilops) præcedens, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Modiomorpha subangulata, Hall.	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Mytilarca aff. gibbosa, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *aff. regularis*, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
Nucula aff. globularis, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne)
Nyassa aff. arguta, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *aff. subalata*, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
Orthonota ? parvula, Hall = *Sanguinolites truncatus*, Conrad	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Palæoneilo brevis, Hall	.	×	.	.	×	.	La-Hesse (Tohogne), Bois-de-Mont, Méan.
— *muta*, Hall	.	×	.	.	×	.	La-Hesse (Tohogne), Bois-de-Mont.
Pararca venusta, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Paracyclas chemungensis, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *erecta*, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *(Lucina) tenuis*, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Pholadella parallela, Hall	.	.	.	.	.	×	Lustin.
Pterinea aff. rigida, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne.
Pterinopecten vertumnus, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Ptychopteria alata J. Hall.	.	×	.	.	×	.	La-Hesse (Tohogne), Bois-de-Mont, Méan.
— *Thalia*, Hall.	.	.	.	.	×		Méan.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	LOCALITÉS.
Schizodus appressus, Conrad.	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
— *chemungensis*, Hall, *var. quadrangularis*	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Schizodus ellipticus, Hall	.	.	.	.	.	×	S. de Chanxhe.
— *gregarius*, Hall.	.	.	.	.	.	×	Lustin.
— *rhombeus*, Hall.	.	.	×	.	.	.	Route de Liége à Marche (Méan).
Sphenotus arcæformis Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
— *cuneatus*, Hall	.	.	.	.	.	×	Bords de l'Ourthe.
— *æolus*, Hall	.	.	.	×	.	.	Evieux.
Brachiopodes.							
Lingula aff. cuyahoga, Hall	.	×	.	.	.	.	La-Hesse (Tohogne).
Rhynchonella (Stenocisma) contracta, Hall . .	.	.	.	.	.	×	Aywaille.
— (—) *duplicata*, Hall . .	.	.	.	.	.	×	Aywaille.
— (—) *eximia*, Hall . . .	.	.	.	.	.	×	S. de Comblain.
— (*Leiorhynchus*) *aff. Kelloggi*, Hall	.	.	.	.	.	×	S. de Comblain.
— (—) *aff. mysia*, Hall .	.	.	.	.	.	×	Poulseur, r. g.
— *Dumonti*, Gosselet	.	×	.	.	.	.	Oneux.
Spirifer ziczac, Hall	.	.	.	.	.	×	Dison, Esneux, Lustin.
Bryozoaires.							
Stictopora aff. granifera, Hall	.	.	.	.	.	×	Chaudfontaine.
Thamniscus sp. n.	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).

Laboratoire de géologie de l'Université de Liége, le 19 février 1905.

Table des matières.

MÉMOIRES.

Sur une cause de variation de l'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique,

PAR

AD. LECRENIER,

Docteur en sciences (¹).

MM. Lœwy et Puisseux ont présenté à l'Académie des sciences de Paris (²) une étude des photographies lunaires et des considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète. Dans cette étude, les auteurs rappellent qu'une école scientifique considère la solidification de la terre comme à peu près achevée ; les phénomènes volcaniques manifesteraient seulement l'existence de poches liquides isolées, insignifiantes par rapport au volume total. Dans ce système, la solidification a commencé par le centre et s'est propagée jusqu'à la surface.

La plupart des géologues admettent, au contraire, l'existence d'une écorce relativement mince, enveloppant une masse incandescente. Ici, la solidification a débuté par la surface et progresse lentement vers le centre, en opposant aux épanchements volcaniques un obstacle de plus en plus efficace, mais non encore insurmontable dans le cas de la terre.

L'analyse des faits présentés par les auteurs les conduit à donner la préférence à la théorie de l'écorce mince. Le passage à l'état solide serait encore inachevé pour la lune, et très loin de son terme pour la terre.

J'ai pensé que la méthode expérimentale pourrait fournir quelques indications pour la résolution de ce problème, et certaines observations que j'ai eu l'occasion de faire en verrerie, m'ont

(¹) Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

(²) Séance du 23 janvier 1905.

donné le moyen d'établir des expériences et de faire des constatations qui me semblent intéressantes.

Prise dans son ensemble, la terre est composée de deux parties distinctes :

1° Une partie extérieure, composée de roches siliceuses de densité 2.3 environ, et dont la teneur en silice va en décroissant depuis la périphérie vers le centre, direction dans laquelle on trouve des roches de plus en plus basiques et magnésiennes.

2° Une partie centrale métallique, probablement composée de fer, et d'une importance telle que la densité globale de la terre monte à 5.6.

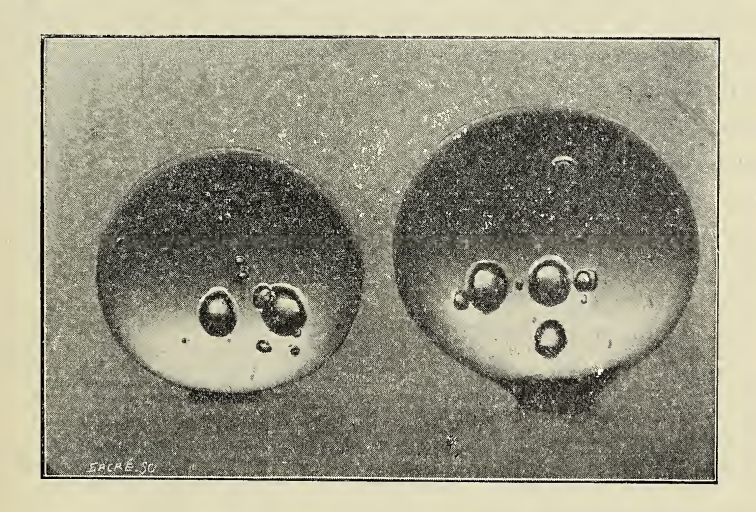
D'après les idées admises par la presque totalité des géologues, la terre s'est trouvée, à un moment donné, constituée par une masse sphéroïdale, complètement liquide. Eu égard à sa composition, nous pouvons dire, qu'à ce moment, la terre n'était rien autre chose qu'une énorme boule de verre fondu, entourée de gaz et de vapeur, et dont le centre était constitué par une sphère métallique assez importante.

L'examen des phénomènes qui se passent lors du refroidissement, à l'air libre, d'une sphère de verre liquide, pourra donc nous donner des indications sur les phénomènes qui ont pu se produire à certaine période du refroidissement de la sphère terrestre.

Lorsqu'une masse de verre quelconque, ou d'autre matière analogue, laitier métallurgique ou lave volcanique, se refroidit, on observe une solidification assez rapide de la partie extérieure, tandis que la partie centrale conserve longtemps, parfois, sa chaleur et sa fluidité, par suite de la faible conductibilité calorifique de la matière. C'est ainsi qu'on observe, au voisinage des volcans, des coulées de lave sur lesquelles la végétation a pu s'établir et qui sont encore incandescentes à quelques pieds de profondeur.

Dans le cas spécial du verre, j'ai observé le phénomène suivant : J'ai fait cueillir par un verrier une masse de cristal (non soufflée) de 10 centimètres de diamètre environ. Cette masse a été rapidement façonnée en sphère assez régulière et abandonnée au refroidissement à l'air, pendant que le verrier faisait tourner constamment sa canne pour l'empêcher de céder à l'action de la pesanteur. A un moment donné, la couche de verre extérieure était suffisamment solidifiée pour ne plus prendre, par impression, la trace

des corps durs et, cependant, l'intérieur était encore incandescent. A ce moment, la sphère était encore constituée par une masse continue de cristal pur ; mais, quelques instants après, au moment où l'incandescence centrale n'était plus que faiblement perceptible, en différents endroits se sont montrées de petites bulles qui ont grandi rapidement jusqu'à occuper un volume assez considérable, par rapport au diamètre de la sphère, ainsi qu'on peut en juger par les reproductions photographiques ci-dessous (fig. 1).



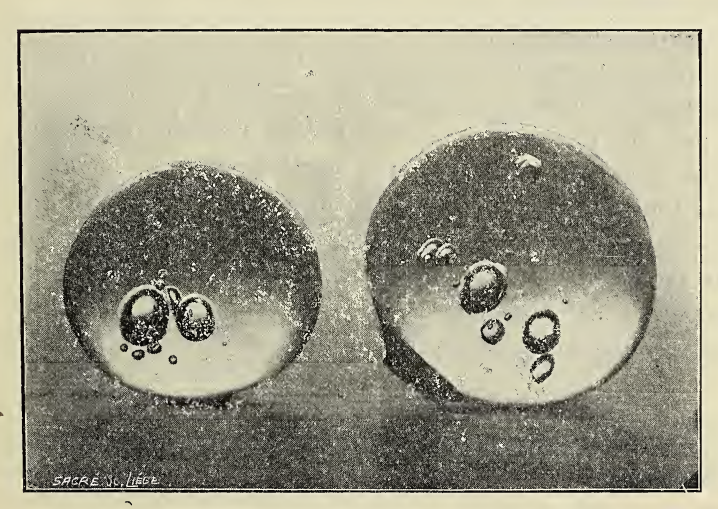


Fig. 1.

A quoi est due la production de ces vacuoles? Evidemment à ce fait,que la couche extérieure du verre s'étant figée et ayant pris un degré de rigidité presque absolu, la masse centrale n'a pu opérer son retrait qu'en créant, dans son sein, des espaces vides d'un volume en rapport avec le coefficient de dilatation du verre employé.

La masse centrale de la sphère est évidemment caractérisée, à ce moment, par un état de dépresssion très grand, tandis que les molécules de la couche extérieure sont soumises à une compression énorme. Je me suis assuré expérimentalement que les vacuoles produites de cette façon constituaient réellement des espaces vides et non remplis de gaz qui se seraient dégagés de la masse du verre. A cet effet, j'ai fait user une des sphères jusqu'au voisinage d'une bulle, puis j'ai fait percer *sous l'eau* la couche mince qui restait; au moment où la communication a été établie, l'eau s'est précipitée en sifflant et a rempli instantanément et complètement le volume de la vacuole.

Ces vacuoles prennent généralement naisssance sur des bulles d'affinage [1] très petites, mais aussi, parfois, en des endroits qui en sont exempts, du moins pour autant qu'on puisse en juger à l'œil nu.

Des vacuoles semblables s'observent aussi, généralement, dans les larmes bataviques et sont dues à la même cause.

Si le verrier avait voulu obtenir, après refroidissement complet, une sphère homogène et sans bulles, la chose lui aurait été possible, évidemment, mais à condition de rendre à la couche extérieure un peu de plasticité par des réchauffements successifs, ou en plaçant la sphère dans un four à recuire porté, au commencement, à une température voisine du point de ramollissement du verre et dans lequel la chute de température aurait été suffisamment lente pour permettre un refroidissement égal des parties internes et externes et, par conséquent, un retrait homogène du solide.

La rapidité du refroidissement doit, dans ce cas, être réglée sur

[1] On appelle bulles d'affinage, de petites bulles d'anhydride carbonique provenant de la décomposition des carbonates employés pour la formation du verre et qui, par suite de leur volume très réduit ou d'une température un peu trop faible, n'ont pas eu une force ascensionnelle suffisante pour être éliminées du verre fondu.

la masse de la pièce à recuire et sur la conductibilité calorifique du verre employé.

Si *parva licet componere magnis*, on peut se demander si, lors du refroidissement de la terre, des phénomènes analogues ne se produisent pas et si le processus de la solidification ne peut pas être fixé de la façon suivante, ainsi que se le représentent à peu près la plupart des géologues (¹):

Lorsque la sphère liquide a commencé à se refroidir suffisamment à l'extérieur, pour permettre à certaines parties de se solidifier, il s'est formé, à la surface, des îlots composés des matières les moins fusibles. Ces croûtes partielles ont été englouties dans la masse centrale, où elles se sont refondues par le contact des parties plus chaudes; d'autres se sont reformées et ont disparu à leur tour, jusqu'à ce qu'enfin, le refroidissement étant suffisant, les croûtes de solidification partielles, ayant pris une importance plus grande, se sont rencontrées par leurs bords et ont formé une première écorce continue autour du noyau liquide ou pâteux. A ce moment, il a dû y avoir un moment d'arrêt dans la diminution du diamètre de la terre. Mais, la sphère continuant à se refroidir, le noyau central se rétractant encore, il s'est formé, sous la croûte solide, une dépression énorme, à laquelle celle-ci n'a pu résister et il s'est produit des effondrements et des submersions partielles des parties solides dans les parties liquides, puis des resolidifications des couches externes. Les mêmes phénomènes ont dû se produire périodiquement, jusqu'à l'époque où la croûte terrestre a acquis une épaisseur et une cohésion suffisantes, pour résister à toute déformation, par suite de la dépression intérieure.

A partir de ce moment, le diamètre du globe a dû cesser définitivement de diminuer et les contractions du noyau central n'ont plus été possibles que proportionnellement à la production de vacuoles immenses, comme dans le cas de la boule de cristal. Ces vacuoles ne se sont pas produites vers le centre de la terre, mais plutôt dans la partie peu fluide et pâteuse qui doit former la transition entre le noyau liquide et la croûte extérieure.

Si l'on suppose ces vacuoles en relation avec les crevasses ossibles de la croûte solide, surtout dans les parties recouvertes

(¹) Voir, entre autres : A. DE LAPPARENT. Traité de géologie, 3me édition.

par les eaux, on peut y trouver l'explication de phénomènes sismiques et volcaniques; mais si leur existence était admise, elle prendrait une importance considérable pour l'éclaircissement du phénomène, encore inexpliqué, des variations des climats terrestres dans les temps géologiques.

En effet, si nous examinons les boules de cristal et les cavités qu'elles renferment, nous remarquons qu'aucune de ces dernières n'occupe de position centrale; toutes sont placées excentriquement par rapport à la sphère, et à des distances très variables les unes par rapport aux autres. Il en résulte que, lors de leur formation, il y a eu déplacement du centre de gravité primitif de la sphère. Or, dans le cas de la sphère terrestre, tout déplacement du centre de gravité doit correspondre à une modification de l'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique et, par conséquent, à une modification de climats pour les mêmes points géographiques.

Note. — Il est peu probable que le refroidissement de la croûte terrestre soit suffisamment avancé, à l'époque actuelle, pour avoir atteint le noyau métallique central. Il était, cependant, intéressant de déterminer expérimentalement la marche des phénomènes qui se passent lors du refroidissement lent d'une masse composée d'une partie vitreuse et d'une partie métallique. A cet effet, j'ai fondu, dans un creuset, un mélange de plomb et de cristal; puis, après fusion complète, j'ai laissé refroidir le tout dans le four.

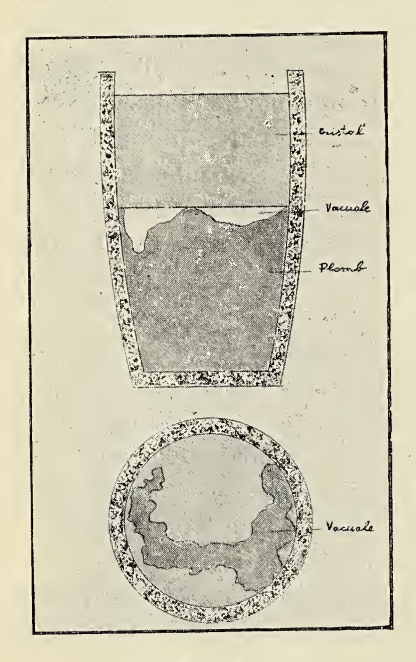


Fig. 2.

Après refroidissement, j'ai reconnu, en brisant le creuset, qu'il s'était formé, à la zone de séparation entre le cristal et le plomb, une très grande vacuole, comme on devait, d'ailleurs, s'y attendre (fig. 2). En effet, le cristal s'est

solidifié bien longtemps avant le plomb et celui-ci, à un moment donné, s'est trouvé emprisonné dans une enveloppe rigide, formée, d'une part, par les parois du creuset et, d'autre part, par la couche de cristal solidifiée.

Val-Saint-Lambert, février 1905.

Sur les facies de la Craie phosphatée de Ciply,

PAR

J. CORNET (1).

La grande carrière à phosphate de MM. Hardenpont, Maigret et Cie, à Saint-Symphorien près de Mons, permet en ce moment l'observation d'un fait très intéressant, le passage latéral de la craie phosphatée brune à la craie phosphatée bleuâtre.

On sait que la craie phosphatée des environs de Mons (*Cp4b* de la Carte géologique) a été, dans le principe, dénommée *Craie brune phosphatée de Ciply*, nom qu'elle a conservé dans la Légende de la Carte géologique, à cause de la teinte gris brun clair qu'elle présente dans la région où elle a été d'abord étudiée et où les exploitations sont restées pendant quelque temps confinées, c'est-à-dire à Cuesmes, Ciply, Mesvin et Spiennes et même sur une grande partie du territoire de Saint-Symphorien.

En 1884, des recherches industrielles effectuées par MM. G. Lambert et Denys, vers la lisière sud-est du Bois-d'Havré et à la limite nord de Saint-Symphorien, mirent à découvert une craie phosphatée d'un aspect tellement différent, qu'il avait totalement trompé certains *prospecteurs* de gîtes phosphatés. C'était la Craie de Ciply sous son type gris bleu verdâtre plus ou moins foncé, telle qu'on l'exploite aujourd'hui dans la grande carrière de Saint-Symphorien.

Ces mêmes recherches montrèrent que le *phosphate riche* résultant de la décalcification naturelle de la craie phosphatée, est bleu verdâtre foncé dans la région du Bois-d'Havré, c'est-à-dire quand il repose sur la craie phosphatée bleuâtre, alors qu'il est jaune brun ou brun rougâtre quand il dérive de la craie brune du type de Ciply.

(1) Communication faite à la séance du 21 mai 1905.

Enfin, le tufeau maestrichtien ou montien, qui est blanc jaunâtre ou jaune dans la région de Cuesmes, Ciply, Spiennes et jusque Saint-Symphorien, présente une teinte gris bleu clair aux environs du Bois-d'Havré.

Ces questions de couleur peuvent paraître assez futiles au premier abord. Je vais montrer, au contraire, qu'elles conduisent à des déductions d'un certain intérêt.

§ 2.

L'examen microscopique de la Craie de Ciply montre que la teinte brune ou bleue de la roche dépend de celle des grains de phosphate de chaux et non de la partie calcaire de la craie.

Quant à la nature chimique de la différence de coloration, elle a été reconnue depuis longtemps par les chimistes qui ont fait des analyses des différentes craies phosphatées. A Ciply, etc., le fer qui entre dans la composition des grains phosphatés est au maximum d'oxydation ; au Bois-d'Havré, il est au minimum.

Mais quelle est la cause de cette différence dans l'état d'oxydation ? F.-L. Cornet donnait celle-ci : la craie phosphatée est gris bleu quand elle se trouve sous le niveau de la nappe aquifère et gris brun quand elle est au-dessus, c'est-à-dire quand elle est soumise à l'action oxydante des eaux météoriques.

Cependant, peut-on objecter, à Cuesmes et à Ciply, notamment dans les immenses carrières souterraines de la Société de la Malogne, on exploite la roche bien au-dessous du niveau hydrostatique et pourtant, elle y est gris brun comme dans les affleurements.

J'ai répondu en 1899 [1] à cette objection, en faisant remarquer que les parties de la craie phosphatée gris brun qui se trouvent aujourd'hui sous le niveau de la nappe aquifère ont pu être au-dessus autrefois, à l'époque, relativement récente, où les rivières du pays coulaient au fond de leurs vallées d'érosion, aujourd'hui colmatées de couches épaisses d'alluvions.

Mais cette cause est certainement insuffisante. Il faut attribuer plutôt la dépression de la nappe à une altitude plus grande de l'ensemble de la région par rapport au niveau de la mer.

[1] Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Mons du 23 au 27 septembre 1899. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. CCXXXV.

Aux exploitations de la Société de la Malogne, à Cuesmes, on constate que la craie phosphatée, qui est gris brun au-dessous comme au-dessus du niveau des eaux souterraines, se montre cependant gris bleu dans la profondeur du gîte.

Il semble qu'il faille admettre que la *teinte normale* de la Craie phosphatée de Ciply est le gris bleu. La teinte gris brun est une *teinte d'altération* qui s'observe quand la roche se trouve, ou s'est trouvée, au-dessus du niveau hydrostatique, c'est-à-dire dans la zone d'oxydation [1]. Telles sont les hypothèses que l'on peut faire *a priori*.

§ 3.

Décrivons maintenant la coupe de la carrière de Saint-Symphorien et voyons si les faits qu'elle présente sont d'accord avec les suppositions qui précèdent.

J'ai donné, dans le *Compte rendu de la session extraordinaire de 1899*, une description de cette carrière et en ai figuré une coupe transversale. Le croquis suivant (fig. 1) représente une portion de la coupe longitudinale, tout près de l'extrémité sud de l'immense tranchée, dans l'état actuel des travaux (18 mai 1905).

La craie phosphatée, dont la stratification est bien marquée par des zones remplies de rognons de silex assez espacés, est inclinée de 8 à 10° vers l'Ouest quelques degrés Nord. Nous sommes ici sur le bord oriental de la cuvette incomplète formée par la craie phosphatée autour du Mont-Panisel.

Cette coupe montre que le passage latéral du facies bleu au facies brun n'a pas lieu d'une manière tout-à-fait brusque, mais qu'il ne se fait pas non plus d'une façon graduelle. La craie brune pénètre par de larges indentations dans la craie bleue. On observe, en outre, plus bas, au sein de la roche bleue, des zones colorées en brun, dont l'une s'avance jusqu'à la faille, sans la dépasser. Ces zones, de même que les indentations que l'on voit plus haut, coïncident avec les zones de rognons de silex. Au contact, il y a séparation assez nette entre les deux colorations ; c'est à peine si l'on peut dire qu'il existe, à la limite, une zone partiellement décolorée d'un décimètre d'épaisseur.

(1) On peut ajouter que la présence de la pyrite est fréquente dans la craie gris bleu, alors que ce minéral fait constamment défaut quand la roche est gris brun.

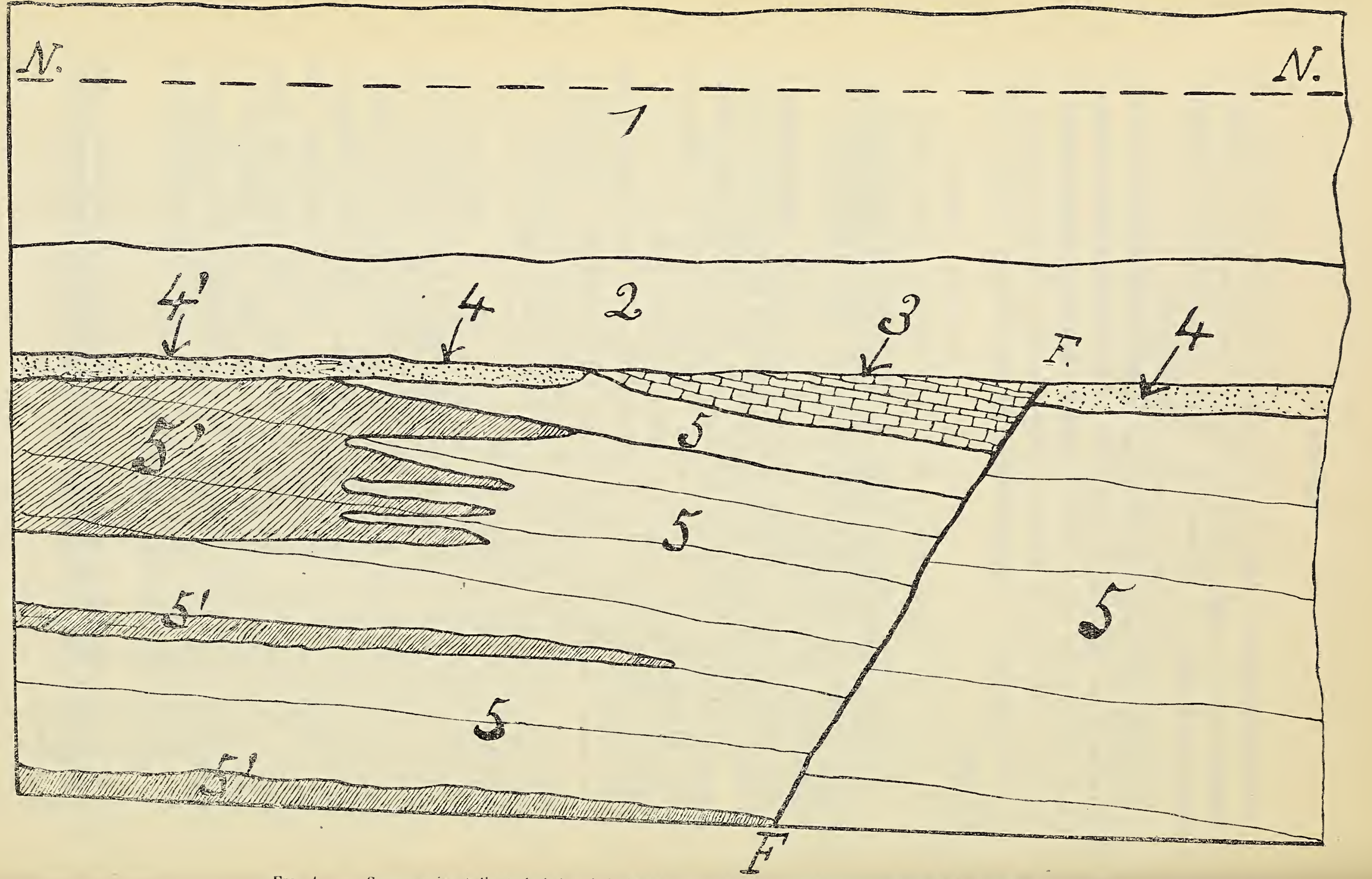


Fig 1. — Coupe prise à l'extrémité sud de la carrière de Saint-Symphorien, dans le sens NW.-SE.

LÉGENDE DE LA FIGURE I

La figure montre, de haut en bas :

1. — *Pleistocène,* limoneux vers la surface, sableux plus bas (pour le détail, voir le compte rendu de 1899).

NN. Niveau approximatif de la surface de la nappe aquifère, aujourd'hui abaissée par l'épuisement.

2. — *Landénien.* Sable très glauconieux, un peu argileux, mais assez perméable, vert noirâtre, avec cailloux peu roulés et verdis de silex gris foncé et petits galets bien roulés et polis de silex noir à la base (*L1b* et *L1a*).

3. — *Tufeau de Saint-Symphorien,* à thécidées, de teinte *jaune,* taché de roux, avec gravier de nodules phosphatés à la base (*Mb* et *Ma*). Plus à l'Ouest, le tufeau est à l'état *gris bleu.*

4. — *Phosphate riche,* gris verdâtre foncé.

4'. — *Phosphate riche,* brun foncé.

5. — *Craie phosphatée,* gris bleu.

5'. — *Craie phosphatée,* brune.

FF. — *Faille* ayant abaissé la craie phosphatée et le tufeau à gauche de la coupe. Elle est orientée Nord-Sud.

§ 4.

L'on voit, par ce qui précède, que, dans la carrière de Saint-Symphorien, la partie bleue et la partie brune de la craie phosphatée sont aujourd'hui dans une situation absolument équivalente relativement à l'eau souterraine, dont le niveau, avant l'établissement des pompes, arrivait jusqu'à la ligne NN, à environ un mètre du sol.

De plus, il n'est pas possible de supposer des conditions physiques ou tectoniques telles que la région bleue se soit trouvée dans l'eau alors que la région brune était au-dessus du niveau. La régularité du gisement exclut toute hypothèse de ce genre.

La manière dont les deux craies s'engrènent l'une dans l'autre montre que la décoloration de la craie bleue ne peut pas être attribuée à des infiltrations verticales d'eaux oxydantes. On ne s'expliquerait d'ailleurs pas pourquoi ces infiltrations n'auraient pas eu lieu dans la droite de la coupe où toutes les conditions sont les mêmes qu'à gauche.

La décoloration semble s'être effectuée sous l'influence d'eau

circulant dans la craie dans le sens des bancs [1], venant de la gauche de la coupe, c'est-à-dire de l'Est, et descendant selon le pendage des couches.

La décoloration est postérieure à la formation du silex, puisque les lits de craie riches en silex ont servi de guides aux eaux décolorantes.

La décoloration est *postérieure au dépôt du tufeau,* puisque cette assise est intéressée par le phénomène, au même titre que la craie phosphatée.

La décoloration est *antérieure à la faille FF*, puisque le tufeau, décoloré, est recoupé par cet accident qui le met en contact avec de la craie normale.

La décoloration est *antérieure au dépôt du Landénien,* puisque le Landénien est plus récent que la faille qu'il a nivelée, et *a fortiori* plus récent que la décoloration, antérieure à la faille. Le Landénien, en outre, a sa glauconie complètement inaltérée.

La décoloration est *antérieure à la décalcification de la craie phosphatée*, à la production du *phosphate riche,* puisque ce produit présente les deux types de coloration ; le phosphate riche de teinte brune ne peut avoir acquis cette couleur pendant l'enrichissement, car il se trouvait absolument dans les mêmes conditions que le phosphate resté vert qui repose sur la craie normale.

Il résulte de là que le phénomène de décoloration par des eaux oxydantes et le phénomène de décalcification par des eaux acides sont deux choses bien différentes et séparées par un très long espace de temps. Je viens d'établir que la décoloration est antérieure au Landénien. D'autre part, je crois avoir démontré précédemment [2], après d'autres, d'ailleurs, mais contre l'opinion de certains géologues, que la décalcification est postérieure au Landénien et, en grande partie, antérieure au Pleistocène.

§ 5.

Je viens de démontrer que le phénomène de décoloration a eu

(1) La craie de Ciply, de structure très grossière et peu compacte, est une roche *perméable en petit*, contrairement à la plupart des craies fines et compactes, où l'eau ne circule d'une façon sensible qu'à condition qu'elles soient fissurées.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, *Bull.*, p. XCV.

lieu entre la formation du silex et la production de la faille FF.

Ceci nous amène à nous demander, afin de préciser davantage, quand se sont formés les silex et quand s'est produite la faille ?

Les silex de la craie sénonienne, y compris la Craie de Ciply, sont postérieurs à la formation des deux étages du tufeau, le maestrichtien et le montien.

En effet, bien que ces deux tufeaux se rencontrent en transgression sur différentes assises du Sénonien, *jamais* leurs graviers de base ne renferment de cailloux de silex parmi leurs éléments roulés.

Mais les silex sont certainement antérieurs au Landénien auquel ils ont fourni les éléments du cailloutis de base.

La date de la formation du silex de la craie correspond donc à l'intervalle compris entre le dépôt du tufeau montien (*Mn1*), lui-même riche en silex autochtones, et le dépôt du Landénien marin (*L1*).

Cet intervalle correspond, pour notre pays, à une *période continentale.*

La date de la formation du silex doit se placer dans la période d'émersion comprise entre le Calcaire de Mons et la transgression landénienne, période à laquelle correspondent les sédiments d'eau douce du Montien supérieur (*Mn2*).

La décoloration de la craie de Ciply, postérieure aux silex et antérieure au Landénien, doit s'être effectuée à une phase plus avancée de la même période.

La faille FF, postérieure à la décoloration et antérieure au Landénien, date aussi de la même période continentale, mais d'une phase encore plus tardive que la décoloration.

Quand à la décalcification qui a donné lieu au gisement de phosphate riche, elle est, comme je viens de le rappeler, postérieure au Landénien marin et, en grande partie, antérieure au Pleistocène. Ce phénomène a eu vraisemblablement sa plus grande intensité pendant la période continentale correspondant au *Landénien supérieur* (*L2*). On ne peut guère le placer à une date postérieure, car, après le Landénien supérieur, les épaisses couches de l'argile yprésienne sont venues recouvrir la région et n'ont été dénudées qu'à l'époque pliocène.

A Baudour, le phosphate riche se trouve en-dessous du niveau hydrostatique et on peut démontrer d'une façon rigoureuse

que la décalcification ne s'est pas continuée depuis le dépôt des sables pleistocènes.

A Cuesmes, Ciply, Mesvin, etc., on a partout exploité le phosphate riche au-dessus de la nappe aquifère et, dans cette région, l'enrichissement semble s'être poursuivi après le dépôt du Pleistocène.

A la grande carrière de Saint-Symphorien et dans la région du Bois-d'Havré, le phosphate riche est, comme à Baudour, noyé dans la nappe aquifère et pourtant, il semble, d'après certains faits, que le phénomène de décalcification se soit continué après le Pleistocène. Mais ici, il est probable qu'il faut attribuer, en partie du moins, la décalcification aux produits de l'altération du sulfure de fer contenu dans le sable noir landénien. Le phosphate riche du Bois-d'Havré renferme près de 7 °/₀ de sulfate calcique et partout où le sable landénien de la carrière Hardenpont repose sur une roche calcaire, on observe au contact une grande quantité de fines aiguilles de gypse. Les premiers sondages qui aient atteint le phosphate riche « ont livré passage à des soufflards de gaz » acide carbonique qui ont parfois duré près de 48 heures, s'échap- » pant par l'orifice avec violence et avec un bruit semblable à celui » que produit l'échappement de la vapeur à haute pression » [1]. Tous ces faits viennent à l'appui de notre hypothèse.

On expliquerait ainsi que le phosphate riche du Bois-d'Havré, quoique décalcifié par des eaux d'origine météorique, n'ait pas subi d'oxydation et ait conservé sa teinte verdâtre, ces eaux ne lui étant parvenues qu'après avoir traversé le milieu réducteur formé par les sables pyritifères.

En résumé, l'étude de la coupe figurée plus haut montre nettement la succession des phénomènes suivants :

1° Dépôt de la Craie phosphatée ;

2° Dépôt du tufeau maestrichtien et du tufeau montien, séparés, en réalité par un long intervalle ;

3° Formation des silex dans la craie et les tufeaux ;

4° Décoloration de la Craie phosphatée et des tufeaux ;

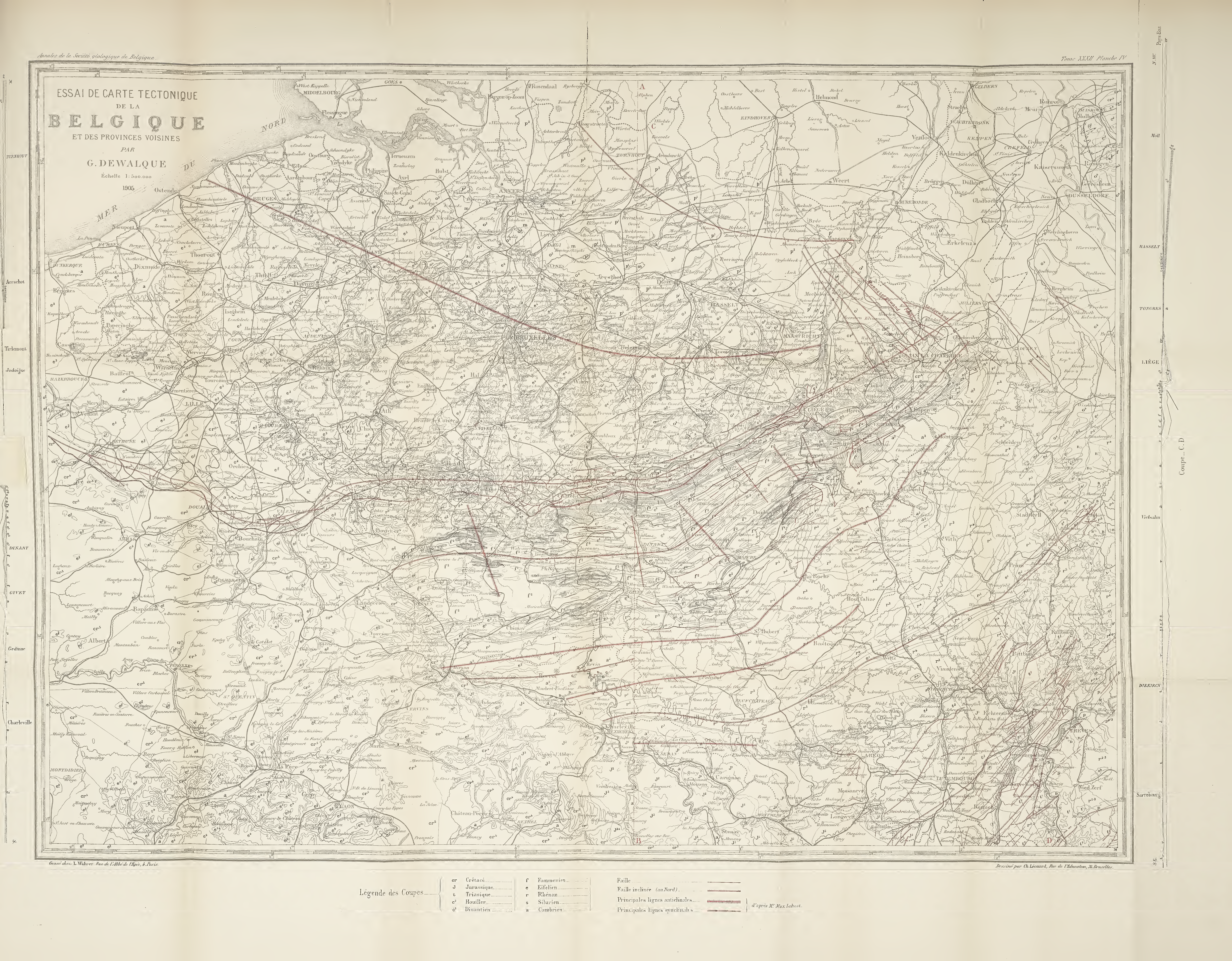
5° Production de la faille ;

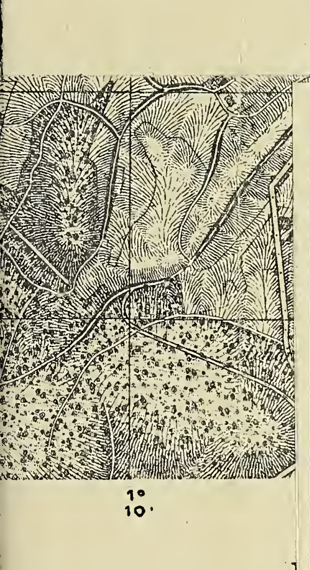
6° Dépôt du Landénien ;

(1) E. DENYS, in *Mém. de l'Union des Ingénieurs de Louvain*, 1885, p. 27.


s-Bas
DIEKIRCH
Nives
r3
Longlier
r3
Léglise
Mellier
r2
ntigny
Etalle
Sarrebourg
J1 Virton
Latour
St Mard
J2
SE.

/ax Lohest.


ESSAI DE CARTE TECTONIQUE
DE LA
BELGIQUE
ET DES PROVINCES VOISINES
PAR
G. DEWALQUE
Échelle 1 : 500.000
1905
MER DU NORD
BRUXELLES
ANVERS
LIÈGE
Coupe C_D
Pays-Bas
Gravé chez L. Wuhrer Rue de l'Abbé de l'Épée, 4, Paris.
Dessiné par Ch. Léonard, Rue de l'Education, 30, Bruxelles.
Légende des Coupes
cr Crétacé
J Jurassique
t Triasique
c² Houiller
c¹ Dinantien
f Famennien
e Eifelien
r Rhénan
s Silurien
a Cambrien
Faille
Faille inclinée (au Nord)
Principales lignes anticlinales
Principales lignes synclinales
d'après Mr Max Lohest.



dage à la main.

nd sondage.

ls.

CARTE GÉOLOGIQUE DU SUD-EST DU LIMBOURG NÉERLANDAIS

par G.-D. UHLENBROEK



Table des matières.

BULLETIN.

MÉMOIRES

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XXXII. — 3e 4 LIVRAISON.

Mémoires, feuilles 10 à 16.
Bibliographie, feuilles 1 et 2,
Planches VI à X.

(La 5e et dernière livraison du tome XXVIII, les 3e et 4e livraisons du tome XXX paraîtront ultérieurement.)

---

14 NOVEMBRE 1905.

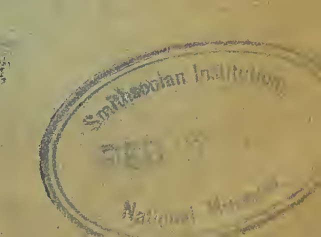
LIÉGE

Imprimerie H. Vaillant-Carmanne (Société anonyme)

8, rue Saint-Adalbert, 8

—

1905



Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit :

G. Dewalque. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique . . . . frs. 3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches. . frs. 10.00
La houille en Campine, 1 planche. . . . . frs. 3.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches . . . . frs. 5.00

Annales, tomes I à III, V, IX, X, XVII,	chacun	frs.	2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs.	3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs.	5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs.	7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXV, XXVIII et XXIX,	chacun	frs.	15.00
tomes IV, XXIII, XXVI et XXVII,	chacun	frs.	20.00
Mémoires in-4°, tome I, 1re et 2e livraisons,	chacune	frs.	15.00
tome II, 1re livraison,		frs.	6.00

Le tome VI est épuisé, les tomes IV et XXVII ne sont plus vendus séparément.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, on peut se procurer les livraisons isolées suivantes, au prix de fr. 0,30 chacune, sans remise :

t. II, sans les planches ; t. IV, sans les planches ; t. XIII, 1re l., sans les planches ; t. XIII, 2e l. ; t. XIV, 1re l. ; t. XV, 1re et 3e l. ; t. XVI, 2e l. ; t. XVIII, 2e et 3e l. ; t. XIX, 4e l. ; t. XX, 3e et 4e l. ; t. XXII, 1re et 2e l. ; t. XXIII, 1re l. ; t. XXIV, 3e l. ; t. XXV, 2e l. ; t. XXVI, 2e, 3e et 4e l. ; t. XXVII, 1re et 4e l. ; t. XXIX, 2e, 3e et 4e l.

Prix des tirés à part.

Les auteurs ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires de leurs communications, sans titre spécial.

Le prix des tirés à part est établi comme suit, pour un tirage de soixante-quinze exemplaires *supplémentaires* et moins (papier des *Annales*, à moins d'arrangements contraires). Le prix des exemplaires *supplémentaires* dépassant soixante-quinze sera calculé par quart de cent, d'après les chiffres de la dernière colonne, établis pour *cent* exemplaires.

Y compris le remaniement du titre et la couverture.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	
1/2 feuille et moins	frs.	0.75	1.40	2.00	3.55
Plus de 1/2 jusque 1 feuille	»	1.10	2.05	2.90	5.05
Par feuille en plus.	»	0.85	1.55	2.15	3.75
Pour la dernière 1/2 feuille, si le tiré à part comprend un nombre impair de demi-feuilles	»	0.45	0.80	1.10	2.00
Pour brochage de chaque planche.					0.25
Titre spécial, composition et tirage . . .	»	1.00	1.00	1.00	1.00

Les planches se paient en sus, au prix coûtant.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au secrétaire général, qui opèrera le recouvrement du prix des tirés à part supplémentaires, par quittance postale, dans la huitaine de l'envoi de ceux-ci et après préavis.

7° Décalcification de la craie phosphatée aux endroits où le tufeau avait été dénudé [1].

§ 6.

Pour se faire une idée des circonstances qui ont amené le phénomène de décoloration, il faudrait entrer dans le domaine de l'hypothèse. Il faudrait se représenter le pays tel qu'il était à l'époque de la période continentale correspondant au Montien supérieur.

Je ne crois pas nécessaire de faire ici un tel essai de reconstitution. Il suffira d'admettre que les faits semblent indiquer que la décoloration s'est faite sous l'influence d'eaux provenant des parties extérieures du bassin et circulant dans la masse de la Craie phosphatée et du tufeau, garantie, peut-être, des infiltrations verticales par un revêtement d'argiles ou de marnes d'eau douce du Montien supérieur, qui subsistent encore dans les parties les plus déprimées de la surface du massif calcaire crétacéo-montien.

Il est évident que l'eau ne pouvait *circuler* dans le tufeau et la craie phosphatée qu'à la condition d'en sortir quelque part, probablement vers l'Ouest.

La pénétration a dû se faire très lentement. En effet, la séparation de la roche décolorée et de la roche normale est, en somme, très nette, sans zone mixte et nous savons, d'autre part, que le phénomène de décoloration demande un temps très long, puisque des tas de craie bleue, extraite des carrières et exposée à l'air depuis plus de dix ans, ne présentent aucun indice de décoloration.

Il est clair que je ne fais appel à une circulation suivant les couches que pour expliquer le passage latéral qui s'observe dans la carrière de Saint-Symphorien. La décoloration a parfaitement pu se faire ailleurs par infiltration verticale, mais les renseignements que je possède sur les gisements de la Malogne semblent montrer que, là aussi, c'est-à-dire au bord sud du bassin phosphaté, le passage de la craie brune à la bleue se fait par des indentations analogues à celles de la coupe donnée plus haut.

[1] En certains points où l'on trouve du phosphate riche, le tufeau ne manque que parce qu'il a été dénudé chimiquement sous le Landénien, en ne laissant comme vestige de sa présence que ses silex. A Saint-Symphorien, où le tufeau est légèrement phosphaté, une partie du phosphate riche peut, par place, lui être attribuée.

Ces phénomènes n'ont pu se passer dans les conditions hydrologiques actuelles.

§ 7.

Je désire, pour finir, ajouter quelques mots à propos de la date de la formation des silex et de celle de l'ouverture des failles du Crétacé des environs de Mons.

J'ai plus haut, n'envisageant que l'explication des faits présentés par la coupe de la carrière de Saint-Symphorien, placé l'époque de la formation du silex et de la production de la faille entre le dépôt du tufeau montien et l'arrivée de la mer landénienne.

En réalité, il s'est formé du silex à plusieurs époques et des failles se sont ouvertes dans la craie à diverses reprises.

Certaines failles sont antérieures au dépôt du tufeau. Telle est celle dont j'ai donné autrefois une figure et qui est encore visible dans la grande carrière de Ciply (1).

D'autres failles sont postérieures au tufeau, qu'elles recoupent de haut en bas. Je citerai celle de la carrière de Saint-Symphorien (voir plus haut) et celle de la carrière des Gaillies, à Ciply (2).

Toutes ces failles, quel que soit leur âge, coupent et rejettent les bancs de silex des assises qu'elles intéressent, mais il existe des failles, postérieures au tufeau, qui se sont remplies de véritables veines de silex, épaisses de quelques millimètres à plusieurs décimètres. J'ai aussi figuré une de ces failles à silex (3) et j'en ai signalé d'autres dans la craie de Spiennes, à Harmignies.

Enfin, j'ai constaté que, dans le gisement phosphaté de Baudour, il faut admettre qu'il y a eu une remise en mouvement de la silice, postérieurement à la formation du phosphate riche. On y trouve des oursins, écrasés par le tassement qui a accompagné la décalcification et, dans cet état, recimentés par la silice.

En outre, je possède, provenant du même gisement, un silex en boule, creux à l'intérieur et à parois épaisses, renfermant du *phosphate riche*, lequel le remplissait complètement, ce qui exclut l'idée d'une décalcification de la craie faite au travers des parois.

(1) Compte rendu de la session extraordinaire de 1899. *Loc. cit.*, fig. 9.

(2) *Ibidem*, fig. 5.

(3) *Ibidem*, fig. 6.

LES AFFLEUREMENTS

du terrain tertiaire dans le Limbourg,

PAR

G. VELGE (1).

L'attribution définitive à la faune du Forest-bed de Cromer, des bois de cervidés recueillis à Merxplas, a remis en question toute la géologie tertiaire de la Campine.

Je vais essayer de compléter ce qui a déjà été dit à ce sujet, en examinant quelques-uns des principaux affleurements du terrain tertiaire qui ont servi de base au tracé de la carte géologique du Limbourg.

J'ai choisi comme exemples les trois sommets d'un grand triangle qui englobe la partie la plus inconnue de la Campine, savoir : Genck, Helchteren, Houthaelen et Opitter-Gruitrode.

Bien que la carte indique, en ces trois points, des superpositions de terrains identiques : le sable diestien sur le sable boldérien et celui-ci reposant à son tour sur le sable rupélien inférieur, et répartisse ces trois formations en larges nappes sur toute la contrée environnante, je pense, au contraire, que l'observation directe permet de dire que, dans tout le triangle en question et même à une grande distance autour de ce triangle, le sous-sol n'est jamais constitué ni par le Diestien, ni par le Boldérien, ni par le Rupélien. Ces formations, au lieu d'y remonter à la surface, n'existent qu'à de très grandes profondeurs et leur ordre de superposition n'est pas même celui indiqué, car la succession directe du Boldérien au Rupélien *inférieur* impliquerait la non existence du Rupélien *supérieur* ou argile de Boom, alors que

(1) Communication faite à la séance du 16 juillet 1905.

cette dernière semble avoir été réellement rencontrée sous une épaisseur de 70 à 100 mètres dans la plupart des grands sondages houillers, forés postérieurement à la publication de la carte.

Je considère ce qui a été pris, aux endroits susdits, pour le sous-sol diestien, comme étant du Poederlien, le soi-disant Boldérien comme du Scaldisien et le soi-disant Rupélien comme étant également du Scaldisien, tout au moins à Gruitrode et à Helchteren. Quant au prétendu Tongrien du sondage de la station de Genck, il pourrait bien être le Boldérien véritable.

Comme point de comparaison, je ferai remarquer qu'il existe, entre ces assises supposées et les assises réelles, une distance verticale équivalant à celle qui sépare, à Bruxelles, les phyllades siluriens qui sont au fond du puits artésien de la gare du Midi, des formations éocènes supérieures qui sont au sommet de l'avenue Brugmann. Pour faire cette démonstration, je constate d'abord que le Diestien supposé des trois localités susdites, est surmonté directement par le sable de Moll : 1° à Genck, ce que personne, je pense, ne contestera ; 2° à Gruitrode et à Houthaelen où je l'ai constaté également.

Depuis que l'âge tertiaire des mammifères fossiles de Merxplas est établi et étant donné la superposition de l'argile de ce nom au sable de Moll, ce dernier devient incontestablement tertiaire lui-même. Par conséquent, devenant membre de la série tertiaire, il y a de fortes présomptions pour retrouver, sous ce sable tertiaire, dans les parties inexplorées du Limbourg, à peu près les mêmes assises que l'on est habitué à rencontrer dans les parties mieux connues de la province d'Anvers.

Or, le sable de Moll se trouve à proximité du moulin de Gruitrode, non en *contre-bas* du Diestien supposé, ainsi que cela résulterait de l'interprétation publiée du grand sondage géologique d'Opitter, mais légèrement en *contre-haut*, au Niesenberg et dans les beaux affeurements à l'ouest de cette colline.

A Houthaelen, j'ai trouvé le même sable au sommet de la colline de Ten-Hout et dans des rapports de superposition identiques. Si l'on examine la composition minéralogique, il est bien certain que l'aspect du sable glauconifère du sommet, au moulin de Gruitrode, quoique rappelant un peu celui du Diestien, en diffère pourtant notablement. C'est plutôt de l'argile sableuse et les

grains de glauconie n'y sont pas en proportion comparable à celle du Diestien ordinaire.

L'épaisseur de l'ensemble, 4^m à 5^m à Gruitrode, une dizaine de mètres à Houthaelen, concorde aussi très peu avec la puissance considérable que l'on connaît au Diestien situé à proximité, vers l'Ouest.

Il est possible qu'il y ait quelque ressemblance avec le *coralline-crag* anglais, mais le fait est difficile à contrôler et aussi peu concluant que l'air de parenté que l'on dit exister entre les sables inférieurs de Gruitrode et ceux extraits des sondages du canal de Willebroeck.

Ces derniers, du reste, sont situés *sous* l'argile de Boom, alors que ceux du Limbourg reposent *sur* cette même argile.

L'argument tiré de la faune du moulin de Gruitrode est encore moins démonstratif, car, contrairement à ce qui a été publié, cette faune n'est pas diestienne.

Elle se compose de *Ostrea edulis, Cyprina islandica, Cardium decorticatum* et *Cerithium tricinctum.*

Or, les trois premières espèces, qui ont fait leur première apparition dans les mers miocènes, ont continué à exister jusque dans les mers actuelles. Elles sont donc loin d'être caractéristiques pour l'époque diestienne, que l'on prenne celle-ci pour miocène ou pliocène.

Quant à la quatrième et dernière espèce, *Cerithium tricinctum,* elle n'a été signalée jusqu'ici que dans le crag jaune d'Anvers et démontre plutôt que son gisement serait scaldisien lui-même, ce qui confirme les observations stratigraphiques précédentes.

Je rappellerai aussi les résultats des forages houillers du Limbourg qui, quoique peu précis, si on les prend isolément, sont unanimes cependant à renseigner à grande profondeur et bien au-dessous du soi-disant Rupélien de Gruitrode et de Houthaelen, non seulement des sables diestiens et, d'après un renseignement inédit, *Isocardia cor* du Scaldisien, mais l'argile du Rupélien supérieur elle-même.

A titre d'anomalie, je ferai remarquer encore que la carte de Houthaelen, près de la station de cette localité, figure du Diestien à la cote + 45, du sable boldérien *supérieur*, *Bdd*, entre + 45 et + 60, du sable boldérien *inférieur*, *Bdb*, dans les parties plus élevées de la colline de Ten-Hout.

Pour dissiper un autre malentendu, je crois devoir insister à nouveau sur l'ordre de superposition des assises tertiaires de Casterté, où ce que je considère comme seul sable de Moll, se trouve non *sous la base* du Poederlien, c'est-à-dire sous la cote + 20, mais au-dessus du Poerderlien, dont le toit est vers + 25.

Je considère, d'autre part, le sable blanchâtre de Casterlé, inférieur au Poederlien, comme correspondant au sable scaldisien, improprement rangé dans le Boldérien à Houthaelen et au moulin de Gruitrode. Quant au sable fossilifère trouvé par sondage, sous le sable de Moll, à Wortel et à Strybeek, il me paraît probable qu'il appartient aux bancs supérieurs du Poederlien, dont on ne connaît, à Casterté et dans le Limbourg, que les bancs inférieurs.

Le sud-est du Limbourg néerlandais.

Essai géologique [1].

PAR

G.-D. UHLENBROEK

INGÉNIEUR-GÉOLOGUE.

PLANCHES V et VI.

Avant-propos.

La région dont j'ai cru pouvoir entreprendre l'étude, a fait, à diverses reprises, l'objet de publications cartographiques et le sujet de nombreux mémoires descriptifs.

Parmi les premières, il y a lieu de citer, en toute première ligne [2], la *Carte géologique des couches crétacées du Limbourg en dessous des assises quaternaires et tertiaires*, à l'échelle du 100 000e, de J. BINKHORST VAN DEN BINKHORST, parue en 1858; puis vinrent successivement la *Geologische kaart van Nederland*, à l'échelle du 200 000e, de W. STARING, éditée de 1858 à 1867, l'*Epreuve d'une carte géologique d'une partie de l'arrondissement de Maestricht, duché de Limbourg hollandais*, à l'échelle du 75 000e, par H. LABRY, sans date d'impression, et la *Geologische Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen, Sect. Aachen*,

(1) Mémoire présenté à la séance du 19 février 1905 et dont la publication a été ordonnée à la réunion du 19 novembre 1905.

(2) D'après une récente notice de M. le prof. G. Dewalque, *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, p. B 56, le général néerlandais Van Panhuijs aurait dressé, en 1850, par ordre du Gouvernement, une carte géologique de la partie méridionale du Limbourg hollandais, qui serait vraisemblablement la plus ancienne, et l'aurait présentée à la réunion des naturalistes et médecins allemands, qui se tint à Bonn en 1857,

à l'échelle du 80 000e, de H. von Dechen, dont la seconde édition fut publiée en 1866.

Tous ces essais, effectués à l'aide de cartes à petite échelle, dont le canevas topographique était insuffisant et ne donnait pas d'indications de niveau, étaient forcément peu détaillés ; l'existence d'importantes failles ne pouvait que très difficilement s'en déduire ; l'on ne parvenait pas à se rendre compte des causes qui ont pu déterminer les très notables variations d'épaisseur de toutes les couches crétacées.

La lecture de divers ouvrages descriptifs, parmi lesquels il faut mentionner ceux de W. Staring (1), Triger (2), J. Binkhorst (3), J. Bosquet (4), J. Ubaghs (5), H. von Dechen (6), A. Dumont (7),

(1) W.-C.-H. Staring. De Bodem van Nederland. Haarlem, I, 1856 ; II, 1860.

(2) Triger. Sur la craie de Maestricht. *Bull. Soc. géol. de France*, t. XV, pp. 205-209, 1857-1858.

— Observations au sujet d'une communication de M. Binkhorst sur la craie de Maestricht. *Ibid.*, t. XVII, pp. 104-107, 1859-1860.

(3) J.-J. Binkhorst van den Binkhorst. Geologische und palæontologische Skizze des Herzogthums Limburg. *Rheinl. ù. Westfäl. Verh.* Bonn, pp. 397-425, 1859.

— Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau, première partie. Maastricht, Van Osch-America et Cie, 1859.

— Sur la craie de Maestricht. *Bull. Soc. géol. de France*, t. XVII, pp. 61-66, 1859-1860.

— Sur la découverte d'un grand nombre de gastéropodes dans la craie de Maestricht. *Ibid.*, t. XX, p. 603, 1862-1863.

— Relation de l'excursion faite par la Société géologique de France, à Gueulhen et à Fauquemont, le 2 septembre 1863. *Ibid.*, t. XX, pp. 804-810, 1862-1863.

— Coupe du terrain crétacé entre Heunsberg et Fauquemont. *Ibid.*, t. XXI, pp. 16-19, 1863-1864.

(4) J. Bosquet. Recherches paléontologiques sur le terrain tertiaire du Limbourg néerlandais. *Nederlands geol. Kaart Verhandelingen*, VII. Amsterdam, 1859.

(5) J.-C. Ubaghs. Beobachtungen ueber die chemische und mechanische Zersetzung der Kreide Limburgs und deren Einwirkung. Loewen, 1859.

— Die Bryozoen-Schichten der Maastrichter Kreidebildung, nebst einigen neuen Bryozoen-Arten aus der Maastrichter Tuff-Kreide. *Verhandl. Nat.-hist. Ver.*, Bonn, Bd. XXII, pp. 31-62, 1865. *Zeitschr. d. Ges. für gesammt Naturviss.* Halle, Bd. XXVII, pp. 344-346, 1866.

— Essai sur les couches de bryozoaires du tuffeau de Maestricht. *Publ. Soc. archéol. du Limbourg*, 1866.

— Sur les cailloux roulés des dépôts quaternaires et sur les antiquités

R. Lepsius [8] et A. Erens [9], permet de suppléer, en partie, à cette insuffisance de renseignements.

Ainsi, le premier de ces auteurs, s'il n'indique pas sur sa carte, à cause vraisemblablement de la petitesse de son échelle, les points d'affleurements observés, les précise cependant, dans son

préhistoriques du duché de Limbourg. *Compte rendu du Congrès préhistorique*, VI, pp. 144-149, 1872.

— Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg. Ruremonde, 1879.

— Connaissances actuellement acquises sur les assises crétacées du Limbourg. *Ann. Soc. r. malac. de Belg.*, t. XVII, pp. 57-66, 1882.

— Quelques considérations sur les dépôts crétacés de Maestricht, dans leurs connexions avec les couches dites maestrichtiennes de Ciply. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. I, *Proc.-verb.*, pp. 58-66, 1887.

— Compte rendu général des séances et excursions de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie à Maestricht, les 17, 18 et 19 septembre 1887. *Ibid.*, t. I, *Mém.*, pp. 209-234, 1887.

— Sur l'origine des vallées du Limbourg hollandais. *Ibid.*, t. VI, *Mém.*, pp. 150-169, 1892.

— De geologische aardvorming van Limburg. *Natuur.-en geneesk. Congres van Nederland*, 1887.

— Het alluvium en maasdiluvium in Limburg en de meer zuidelijke verspreiding der skandinaafsche gesteenten. *Ibid.*, 1889.

— Eenige nieuwe belangrijke vondsten voor de limburgsche krijtvorming. *Ibid.*, 1891.

(6) H. von Dechen. Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. Bonn, A. Henry, Bd. I, 1870; Bd. II, 1884.

(7) A.-H. Dumont. Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires, préparés par feu André Dumont pour servir à la description de la carte géologique de la Belgique, édités par Michel Mourlon. Bruxelles, E. Hayez, t. I, Terrain crétacé, 1888.

(8) R. Lepsius. Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten. I. Theil. Das westliche und südliche Deutschland. Stuttgart, Engelhorn, 1887-1892.

(9) A. Erens. Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport du Limbourg hollandais. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t XVI, pp. 395-444, 1888-1889.

— Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas. *Archiv. du Mus. Teyler*. Haarlem, 1891.

— Le courant normano-breton de l'époque glaciaire et le transport des roches originaires des côtes occidentales de la France, jusqu'au sud des Pays-Bas. *Ibid.*, 1892.

— Observation sur l'Oligocène supérieur dans le Limbourg hollandais et en Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. IX, *Proc-verb.*, pp. 11-15, 1895.

mémoire descriptif, avec une exactitude telle, qu'on les retrouve sans difficulté. Ce savant avait également connaissance de l'existence de plusieurs failles dans la région considérée, ainsi que l'a fort exactement fait remarquer M. C. Schrœder van der Kolk [1] ; mais les renseignements qu'il donne sur leur parcours sont trop vagues pour que celui-ci puisse être retrouvé.

Dans le travail que je présente à la Société géologique, c'est à la détermination de ces cassures que je me suis le plus attaché ; les limites et les affleurements de la partie belge de la carte m'ont été obligeamment communiqués par M. l'ingénieur H. Forir, auquel j'exprime ma gratitude.

J'ose espérer que, quelque imparfait que soit encore mon essai, à cause surtout de l'absence d'une carte topographique à courbes de niveau, il pourra rendre certains services.

Bloemendaal, le 10 mars 1905.

---

(1) J.-L.-C. SCHROEDER VAN DER KOLK. Staring en het steenkolenvragenstuk in Zuid-Limburg. *Verslag. v. d. K. Akad. v. Wetenschappen, te Amsterdam*, Deel X, pp. 731-735, 1 pl., 1902. *Rev. univ. d. mines*, 3e série, t. LVIII, pp. 113-117, 1902.

CHAPITRE I.

Aspect physique de la contrée.

La partie méridionale du Limbourg néerlandais, la « Petite Suisse », comme on l'appelle souvent, forme une transition naturelle entre la partie septentrionale, moins accidentée, de cette province et le Pays de Herve, dont elle diffère cependant aussi par l'abondance des cours d'eau qui la traversent de toutes parts.

Le principal de ces cours d'eau est la Geule, petite rivière prenant sa source sur le territoire allemand, si l'on considère, à cause de sa direction, le Hohn-Bach, petit ruisseau provenant du Lontzen-Busch, comme étant sa première partie. La Geule proprement dite passe par Moresnet (territoire neutre), Bleyberg et Sippenaken (Belgique) et pénètre en Hollande au nord de ce dernier village ; sa direction générale est d'abord SE.-NW. jusque Epen; elle devient ensuite S.-N. jusque Mechelen, puis SSE.-NNW. jusque Schin-op-Geulle, où elle s'infléchit vers le WNW., pour traverser Fauquemont (Valkenberg) et aller se jeter ensuite dans la Meuse.

Ses affluents orientaux sont d'abord le Lomberg-beek, prenant sa source à Vijlen, où sa direction est SE.-NW., et ne tardant pas à se tourner vers l'W., pour se réunir à la Geule à Mechelen ; vient ensuite le Selzer-beek, naissant à Vaals, traversant Lemiers, Mamelis, Niswijlre et Wahlwijlre, du SE. au NW., puis se courbant vers l'W., pour rejoindre la rivière principale à Wittem.

Le troisième et dernier de ces tributaires est l'Eijser-beek, apparaissant à Overhuizen, se dirigeant, comme les autres, vers le NW., jusque Simpelveld, où il s'infléchit vers l'WSW. jusque Over-Eijs, pour prendre ensuite son cours vers l'W. et atteindre la Geule à Capolder, après avoir traversé Eijs.

Il n'existe qu'un seul affluent occidental, c'est la Gulpe, petite rivière à cours d'abord SE.-NW., prenant sa source en Belgique, traversant Teuven (Belgique) et Slenaken, puis se recourbant vers le NNE., un peu au sud de Beutenaken, enfin vers le NE.. à Pesaken, jusqu'un peu au N. de Galoppe (Gulpen) où elle rejoint la rivière principale.

Tous ces cours d'eau sont très sinueux et ont un courant rapide; leur pente, par kilomètre, peut être évaluée comme suit :

La Geule, de la frontière belge à Galoppe, 5m50 ;
de Galoppe à Schin-op-Geulle, 4m00 ;
La Gulpe, de Slenaken à Galoppe, 4m30 ;
L'Eijser-beek, de Simpelveld à Capolder, 7m50 ;
Le Selzer-beek, de sa source à Wittem, 8m50 ;
Le Lomberg-beek, de sa source à Mechelen, 9m00.

Les vallées sont très larges, si l'on considère la faible importance des cours d'eau ; leurs versants, généralement en pente douce, ont été mis en culture jusqu'à une assez grande hauteur ; leur partie supérieure seule est boisée. On observe rarement des terrasses, et celles-ci n'existent qu'aux endroits où le versant est tourné vers le Sud.

Des pentes abruptes sont visibles au sud d'Epen, sur la rive droite de la Geule, et un peu aussi sur la rive gauche; on en remarque presque partout le long de la rive droite de la Gulpe ; les ruisseaux en montrent de temps en temps également, sur la rive droite.

Les plateaux sont plans ou peu ondulés ; d'une façon générale, ils sont faiblement inclinés vers le Nord-Ouest.

Les points culminants de la région se trouvent près de la frontière belge, dans les bois de Holzet + 274 m., de Harles + 290 m., et dans l'Aachener-Wald, + 322m.50 ; entre la Geule et la Gulpe, le point hollandais le plus élevé est à la cote + 221 m. Plus au Nord, au-delà de l'Eijser-beek, on observe des altitudes de + 200 m. et davantage, exceptionnellement de + 240 m.

L'aspect du pays est riant ; il est composé de collines à formes arrondies, dont les parties supérieures sont couvertes de bois dans lesquels dominent le noisetier, le chêne, le hêtre et le bouleau ; sur les parties sableuses des plateaux, croissent des conifères.

Les pâturages sont nombreux dans les vallées et sur les versants, plus rares et peu étendus sur les sommets compris entre la Geule et la Gulpe ; cependant l'élevage du bétail n'a qu'une importance secondaire dans la région.

La culture des céréales est très importante : l'avoine, le froment, l'orge sont très cultivés, de même que la luzerne, la pomme de terre, la navette, etc.

Les travaux miniers se réduisent à très peu de chose. Anciennement, on a fait des recherches de houille et de minerai de zinc qui n'ont pas donné lieu à des exploitations, si l'on en excepte quelques charbonnages.

La pierre de Maestricht et de Fauquemont, quoique constituant un bon matériel de construction, ne se transporte pas à grande distance et n'est utilisée que dans le voisinage des carrières, où le travail est irrégulier et intermittent. La craie ou marne, au contraire, s'extrait un peu partout et est utilisée en grand, à Vijlen, pour la fabrication du ciment.

Enfin, on trouve, de-ci de-là, des ballastières et des sablières.

CHAPITRE II.

Description des couches.

Le sol de la partie sud-est du Limbourg néerlandais se compose d'une assez forte épaisseur de terrains horizontaux, ou plutôt, légèrement inclinés vers le Nord-Nord-Ouest, et qui appartiennent au Crétacé supérieur, au Tertiaire et au Quaternaire.

Houiller.

Ils reposent, en stratification discordante, sur le terrain houiller redressé, ainsi que l'on a pu s'en convaincre par des sondages, car ce terrain n'affleure que dans la vallée de la Geule, entre la frontière belge et le village d'Epen. Partout ailleurs, il s'enfonce sous les sables de l'assise d'Aix-la-Chapelle.

A son tour, il doit surmonter le Calcaire carbonifère. D'après C. Ubaghs (1), les couches supérieures du Dévonien doivent avoir été rencontrées, sous le Houiller inférieur, dans un forage exécuté à Bommerig (Epen), et sur l'emplacement duquel je n'ai pu obtenir aucun renseignement.

C'est à Terziet (Epen), que l'on observe le mieux les schistes houillers ; ils sont bleuâtres et se divisent en baguettes sous le choc du marteau, ce qui, d'après les observations de M. H. Forir, doit les faire rapporter à l'assise inférieure, sans houille (*H1b*) ; plus haut, sur la colline, ces schistes sont altérés en une argile noire, très plastique.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

L'assise d'Aix-la-Chapelle est formée de sable quartzeux, blanc, quelquefois coloré en rouge par de l'oxyde ferrique et contenant quelques lentilles d'argile bleuâtre ou violette.

Il n'affleure, dans cette région, que dans la vallée de la Geule, à Kuttingen (Epen), le long du Selzer-beek, de Vaals à Lemiers (Vijlen) et dans le vallon du Zievers-beek, aboutissant à cette dernière localité, où se trouve une grande sablière, qui mérite d'être mentionnée.

(1) C. Ubaghs. Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg. Ruremonde, Romen et fils, 1879, p. 180.

Coupe de la sablière de Lemiers (Vijlen).

Niveau du sol + 173.75.

Limon, sans silex à la partie supérieure, avec silex fragmentaires à la base (*ale*).	$0^m.75$
Craie glauconifère, altérée, contenant, vers la base, des nodules peu altérés de la même roche (*Cp3a*) .	$2^m.00$
Couche verte, graveleuse, diminuant d'épaisseur vers le SW. (*Cp2a*).	$0^m.25$ à $0^m.10$
Lignite, disparaissant vers le SW. (*Cp1*)	$0^m.03$ à $0^m.00$
Sable blanc, avec tubulations verticales de sable rouge (*Cp1*)	$1^m.00$
Sable blanc (*Cp1*)	$8^m.50$

La surface de la nappe aquifère se trouve à la cote + 162.00.

Dans cette exploitation, le sable aachénien est incolore ; ses grains sont roulés et deviennent, parfois, assez volumineux pour recevoir le nom de cailloux pisaires ; on y remarque quelques zones ligniteuses de deux à trois centimètres.

La partie supérieure de ce sable contient de nombreuses tubulations verticales, de la grosseur du doigt, s'arrêtant brusquement à la surface d'une couche de sable très blanc ; ces tubulations sont vraisemblablement dues à l'infiltration d'eau qui s'est chargée d'oxyde ferrique en traversant la couche graveleuse, glauconifère, supérieure.

Ce qui frappe, dans cette coupe, c'est l'épaisseur minime à laquelle se trouve réduite l'assise de Herve, qui est constituée uniquement par cette couche graveleuse, glauconifère, dans laquelle j'ai trouvé deux silex noirs, de la grosseur du poing, qui ne peuvent y être en place.

Cette assise graveleuse est recouverte de craie glauconifère, ayant, en grande partie, perdu, par dissolution, son carbonate calcique, sauf en quelques nodules, mieux conservés, situés à sa partie inférieure. Cette craie contient de nombreuses *Belemnitella mucronata*, Schl. *sp.* et des cailloux peu abondants, semblant provenir du dépôt qui la recouvre. Pas plus que les silex précédents, la craie ne paraît être en place ; elle pourrait avoir été entraînée, par glissement, du sommet de la colline, avant que l'érosion ne l'eût débarrassée de son manteau crayeux.

Le sable d'Aix-la-Chapelle est aquifère et alimente les puits domestiques de Vaals. Il s'étend très loin en Allemagne et on le suit également au delà de la frontière belge, dans les vallées de la Geule et de la Gulpe ; dans cette dernière, il s'enfonce sous l'assise de Herve au sud de la frontière hollandaise. Plus au Nord, on le retrouve, en sous-sol, à Epen, à Hurpesch (Epen) et probablement à Partij (Mechelen), où l'on a exécuté un sondage dont je n'ai pu, non plus, me procurer la coupe.

On ne le mentionne pas, dans la région que j'ai étudiée, à l'ouest de la Geule ; mais à l'est, on l'a rencontré dans des forages à grande profondeur exécutés, le premier à Froschenhäuschen ou Vrusschehueske (Heerlen), en 1856 ou 1857, et le second, à Dorp (Bocholtz). Staring donne la coupe suivante du premier :

Sondage n° 1 de Vrusschehueske, d'après W.-C.-H. Staring.

Niveau du sol + 176.00.

	Epaisseur	Profondeur
Limon (*q3m*)	7^{m}.50	7^{m}.50
Diluvien (*q2m*)	11^{m}.50	19^{m}.00
Marne de Kunraede (*Cp3*)	16^{m}.00	35^{m}.00
Sable hervien (*Cp2b*)	69^{m}.00	104^{m}.00
Gravier vert, hervien (*Cp2a*)	1^{m}.10	105^{m}.10
Sable aachénien (*Cp1*)	82^{m}.90	188^{m}.00
Houiller (*H2*)	12^{m}.00	200^{m}.00

Comme on le voit, l'assise d'Aix-la-Chapelle y est très développée, 82^{m}.90, et est surmontée de la couche caractéristique de gravier vert, que, ainsi que nous venons de le voir, l'on trouve aussi dans les environs de Vaals et qui est la base de l'assise de Herve.

Une coupe sommaire du sondage de Dorp (Bocholtz) a été publiée par F.-L. Cornet en 1877 (1). M. H. Forir a bien voulu me communiquer les renseignements plus développés qui suivent.

(1) F.-L. CORNET. Notice sur le bassin houiller limbourgeois. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IV, p. 136, 1877.

Sondage du village de Bocholtz, d'après M. H. Forir.

Niveau du sol + 177.00

	Epaisseur	Profondeur
Limon (*q3m*).	7m.95	7m.95
Sable jaune, avec gravier (*q2sm*). . .	14m.95	22m.90
Assise compacte de silex, avec argile (*Sx*	1m.90	24m.80
Sable gris (*Cp2b*)	14m.80	39m.60
Sable vert (*Cp2b*)	1m.90	41m.50
Sable avec pyrite (*Cp2b*).	11m.15	52m.65
Sable bigarré, avec pyrite (*Cp2b*) . .	2m.20	54m.85
Sable gris (*Cp1*).	3m.35	58m.20
Sable noir (*Cp1*)	0m.95	59m.15
Argile grise (*Cp1*)	3m.80	62m.95
Sable compact (*Cp1*)	13m.35	76m.30
Argile grise, compacte (*Cp1*)	7m.00	83m.30
Sable avec pyrite et lignite (*Cp1*). . .	4m.15	87m.45
Grès avec silex (?) (*Cp1*)	0m.30	87m.75
Houiller (*H2*).	8m.60	96m.35

L'épaisseur des sables d'Aix-la-Chapelle se trouve donc réduite ici à 32m.90 ; elle est moindre encore dans l'extrême sud du Limbourg néerlandais, où elle n'a plus qu'une quinzaine de mètres.

Assise de Herve.

Comme nous venons de le voir, l'assise de Herve débute par une couche de fin gravier, ordinairement vert foncé et extrêmement glauconifère (*Cp2a*). Nous l'avons montrée réduite à quelques centimètres dans la sablière de Lemiers (Vijlen) ; à une faible distance à l'W. de ce point, elle a été rencontrée par sondage à Harles, où elle a un mètre ; nous l'avons vue également, en affleurement, avec une puissance égale, derrière le château de Valsbroek ; et le forage de Vaals, de même que celui de Vrusschehueske, a démontré son existence, sous la même épaisseur.

Son aspect change dans la vallée de la Geule, où elle se compose de sable graveleux, jaune, peu glauconifère, visible à Kuttingen (Epen).

Au dessus de ce cailloutis, se trouve une assise de sable fin, jaune ou verdâtre, contenant de la glauconie en quantité relativement minime, et souvent plus ou moins ligniteux (*Cp2b*). Son épaisseur est variable : à Vaals, elle atteint vingt mètres ou même un peu plus ; à Cottessen, sur la rive droite de la Geule, elle n'a plus que treize mètres. Vers le haut, le sable devient argileux et renferme des nodules arénacés, dépourvus d'argile ; plus haut encore, il prend une teinte plus brune ou verdâtre sale, et se charge de plus de glauconie, ainsi qu'on le voit très bien sur la colline située au sud de Vaals, où il passe insensiblement à une alternance de fortes couches de sable et de bancs d'argilite ayant une puissance variant de 0m.15 à 0m.60 ; cette alternance constitue un facies que l'on ne rencontre pas habituellement.

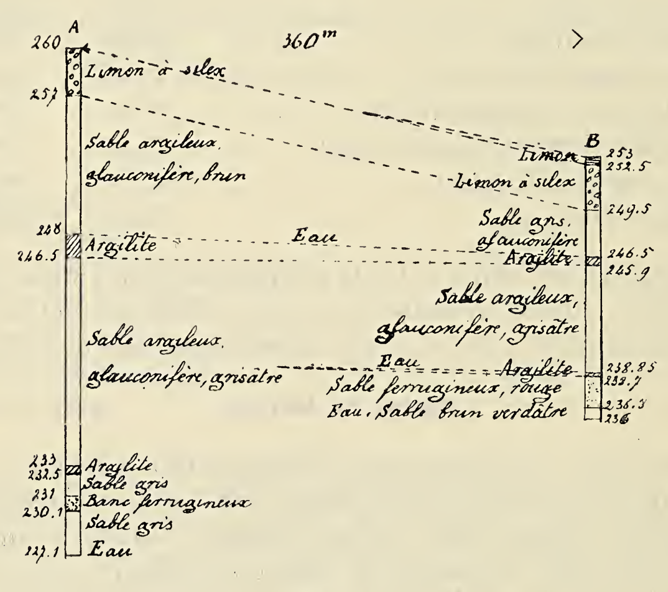


FIG. 1

Comparaison de la coupe de deux puits, distants de 360 m., forés au sud de Vaals. Echelle de 1 : 500.

L'argilite fraîche est bleu verdâtre, très glauconifère et très micacée ; elle est ordinairement très dure et remplie de fossiles ; par altération, elle devient limoniteuse, rouge ou brune, et elle est, d'habitude, moins fossilifère : le sable intercalé entre les bancs de cette roche contient parfois aussi des coquilles à l'état d'empreinte,

mais qu'il est presque impossible de récolter, à cause de leur manque de cohérence. A l'état frais, les grains de glauconie qu'il contient sont grands et verts ; altérés, ils deviennent petits et bruns, et toute la masse du sable prend alors une teinte brune. Ces différences s'observent dans deux puits (fig. 1) distants l'un de l'autre de 360 m., forés au sud de Vaals.

La comparaison de la coupe de ces deux puits montre que les bancs d'argilite sont lenticulaires, discontinus ; ils forment, généralement, la base imperméable de nappes aquifères, produisant des sources sur les flancs des escarpements. A Vaals, la source la plus élevée se trouve à la cote 277.

Staring dit avoir trouvé du sable glauconifère à Overs-Eijs ; Dumont parle également de sable glauconifère en affleurement dans cette localité, mais ne se prononce pas sur son âge. Je n'ai pu retrouver ce ou ces gisements, malgré les forages que j'ai tenté d'effectuer, mais sans résultat, à cause de l'abondance des silex. Par contre, j'y ai constaté, à la cote 111^{m}, l'existence de sable glauconifère, dans une source aujourd'hui captée.

Dans la vallée de la Geule, et déjà un peu plus vers l'Est, la partie supérieure de l'assise de Herve se compose d'argilite fossilifère (*Cp2c*), dans laquelle on trouve, à plusieurs endroits, des niveaux de smectique à *Baculites vertebralis*, Lmk. et *Cucullæa subglabra*, d'Orb.

Les fossiles suivants ont été trouvés à ce niveau, d'après les déterminations de M. H. Forir. Ceux qui sont marqués d'un astérisque (*) font partie de ma collection ; les autres se trouvent dans la Collection de géologie de l'Université de Liége.

Actinocamax quadratus, Blainv. *sp.* Galoppe,

Scaphites aquisgranensis, Schlüt. Galoppe, Aix-la-Chapelle,

Voluta remota, de Ryckh. *sp.* Limbourg hollandais,

Volutilithes subsemiplicata, d'Orb. *sp.* Vaals,

Volutoderma fenestrata, Roem. Galoppe,

Semifusus coronatus, Roem. *sp.* Galoppe,

Rostellaria papilionacea, Gdf. Galoppe,

Chenopus granulosus, Müll. Sondage de Langenveld (Simpelveld),

Lispodesthes Schlotheimi, Roem. Bois d'Aix, *Cottessen, Fauquemont, Galoppe, *Holset, sondage de Langenveld (Simpelveld),

Helicaulax granulata, Sow. *sp.* Galoppe,
Cerithium binodosum, Roem. Galoppe,
Turritella multilineata, Müll. Galoppe,
— *scalaris*, Müll. Galoppe,
Amauropsis exaltata, Gdf. *sp.* Vaals,
Pleurotomaria supracretacea, Favre, Galoppe,
Entalis sp. Sondage de Langenveld (Simpelveld),
Ostrea armata, Gdf. *Aix-la-Chapelle,
— *laciniata*, Nilss. *sp.* Aix-la-Chapelle,
— *semiplana*, Sow. Galoppe,
— *vesicularis*, Lamk. Entre Mechelen et Galoppe,
Lima Hoperi, Mant. Galoppe,
Pecten lævis, Nilss. Sondage de Langenveld (Simpelveld),
Vola quadricostata, Sow. *sp.* Sondage de Langenveld (Simpelveld),
Inoceramus Cripsii, Mant. *Cottessen, Galoppe, Vaals,
Cuculæa rugosa, Holzapfel, Vaals,
— *subglabra*, d'Orb. Galoppe, Nieuwborg (Galoppe),
Pectunculus Geinitzi, d'Orb. Sondage de Langenveld (Simpelveld),
Trigonia vaalsiensis, Böhm, *Harde-laag (Vaals),
Venericardia Benedeni, Müll. *sp.* Galoppe,
Eriphyla lenticularis, Gdf. *sp.* Galoppe,
Crassatella arcacea, Roem. *Bois de Vijlen, Galoppe, *Raren, Vaals,
Venilicardia rostrata, Sow. *sp.* *Camerig,
Meretrix ovalis, Gdf. *sp.* Galoppe, Nieuwborg (Galoppe), sondage de Langenveld (Simpelveld),
Cyprimeria Geinitzii, Müll. *sp.* *Cottessen, Galoppe,
— *moneta*, Hlz. *sp.* Galoppe,
Tapes faba, Sow. *sp.* *Cottessen, *Holset, *Overgeul,
Leptosolen truncatulus, Reuss *sp.* *Bommerig, *Raren,
Corbula angustata, Sow. *Epen,
Glycimeris Goldfuissi, d'Orb. *sp.* *Cottessen,
Tellina strigata, Gdf. Vaals,
Liopistha æquivalvis, Gdf. *sp.* Galoppe, sondage de Langenveld (Simpelveld), *Vaals.

A Vijlen et à Vaals, le sommet de l'assise est formé d'une couche de sable graveleux, brun, d'une épaisseur de quelques

décimètres à deux mètres, surmontée de sable crayeux, glauconifère, à *Belemnitella mucronata*, Schl. *sp.*, de un mètre à un mètre et demi de puissance ; ce sable constitue un horizon géologique constant dans tout le sud du Limbourg.

Assise de Nouvelles.

L'assise de Nouvelles débute par quelques mètres de craie glauconifère (*Cp3a*), reposant directement sur le sable dont il vient d'être question, et surmontée par de la craie blanche, sans silex (*Cp3b*). Tantôt, il y a passage insensible de l'une de ces craies à l'autre, tantôt, elles sont séparées par une couche composée exclusivement de glauconie réniforme, épaisse d'un mètre au maximum, que j'ai observée à Vaals (Allemagne), et sur le versant occidental du même plateau, à la rive droite de la vallée de la Geule, dans le sentier montant vers le lieu dit Les sept chemins (De 7 Wegen). Cette couche pourrait être le témoignage d'une dénudation antérieure au dépôt de la craie blanche.

La craie glauconifère existe en face de Vaals, sur le Schneeberg, en territoire allemand, au sud de Lemiers, où elle se trouve à un niveau assez bien moins élevé, à cause de la faille du Selzer-beek, dont il sera question plus loin ; enfin, on l'observe encore dans les vallées de la Geule et de la Gulpe.

La craie blanche est très developpée sur le plateau séparant les deux rivières ; sa puissance est réduite à une vingtaine de mètres dans le massif séparant la Geule du Selzer-beek ; puis elle forme entièrement le Schneeberg allemand, à l'est de ce dernier ruisseau, et son épaisseur y est d'environ cinquante mètres. Elle est souvent grise et sableuse dans sa partie inférieure, ainsi qu'on l'observe surtout à Galoppe, où se trouvent les trois horizons de l'assise de Nouvelles [1].

Cette craie grise est exploitée activement, dans les environs de Vijlen, pour la fabrication du ciment ; les excavations que l'on a pratiquées, dans cette localité, ont une vingtaine de mètres de profondeur ; la craie y est très uniforme, homogène et sans fossiles (fig. 2, p. 173).

[1] Il est cependant possible que la craie plus ou moins glauconifère que l'on observe sur le versant septentrional appartienne à la craie grise, étant donnée son altitude supérieure à celle de la craie inférieure, très reconnaissable un kilomètre plus au Sud.

La partie supérieure est de la craie sans silex, plus dure et plus blanche ; elle sert de pierre de construction, bien qu'elle se détruise rapidement par les intempéries. Mais, à l'abri des agents atmosphériques, elle est inaltérable et résiste à de très hautes températures, ce qui a permis de l'utiliser pour la confection de fours de boulangers; c'est de là que lui est venu le nom de *bakovensteen*, pierre à fours.

Sous l'influence de la pluie, les escarpements de cette craie prennent, au bout d'un certain temps, l'aspect de vieux murs, composés de pierres plus ou moins équarries, séparées par des fentes ; au contraire, la craie glauconifère devient friable et s'éboule en formant des talus au pied des affleurements.

Entre la craie blanche sans silex et la craie à silex noirs *(Cp3c)* qui la surmonte, existe, en Allemagne, sur le Schneeberg, une couche très dure, épaisse de $0^{m}40$ à $0^{m}60$, composée presque exclusivement de débris de coquilles et de petits grains roulés de phtanite et de quartz. Cette même couche affleure encore dans la vallée de l'Eijser-beek, à l'est d'Over-Eijs, où elle permet de tracer la limite entre les deux craies, avec et sans silex. A l'Ouest, à Orsbach (Allemagne), on observe la coupe suivante :

Niveau du sol + 175 m.

Limon	$0^{m}10$.
Craie blanche à silex noirs (*Cp3c*)	$0^{m}30$.
Craie blanche sans silex, à grains disséminés de glauconie	$0^{m}40$.
Couche de coquilles brisées	$0^{m}40$.
Craie blanche sans silex *(Cp3b)*	$0^{m}50$.

On peut suivre la craie coquillière depuis cette dernière localité jusqu'à la frontière hollandaise, vers l'Ouest, où elle est remplacée par une roche particulière, composée de grains de quartz, de débris de fossiles et de particules charbonneuses, cimentés par de la craie. Cette roche, désignée par Staring sous le nom de *craie graveleuse*, est surtout bien caractérisée dans la grande carrière de Wahlwijlre, où elle a une épaisseur de $1^{m}50$; elle n'est plus visible plus à l'Ouest. Je l'ai encore retrouvée beaucoup plus au Sud, dans une carrière, au voisinage d'Epen ; son épaisseur y est d'un mètre ; elle surmonte la craie blanche sans silex ; l'assise à silex

noirs n'est pas visible en cet endroit, où un revêtement de silex, éboulés du conglomérat à silex, masque le sommet de l'escarpement ; il est même assez probable qu'elle n'y existe pas, la hauteur du sommet de la carrière au-dessus de l'argilite hervienne étant sensiblement égale à celle de l'assise de craie au voisinage. En effet, l'argilite se trouve ici à la cote + 164, le sol de la carrière à la cote + 182, et le sommet de la craie blanche à la cote + 191.

Fait remarquable, cette craie graveleuse paraît faire défaut entre Wahlwijlre et la frontière allemande, et son équivalent, la couche coquillière, y est représentée sous une assez grande épaisseur. Dans un puits creusé récemment à l'endroit dit Kerensgracht, à 1 150 m. environ à l'ENE. de Wahlwijlre, j'ai relevé la coupe suivante :

Niveau du sol + 135 m.

Craie blanche à silex noirs *(Cp3c)*	8m00.
Craie gris bleuâtre	2m00.
Poudingue dur, composé de petits cailloux et de débris de fossiles, non percé. Niveau aquifère	13m00.

La craie graveleuse a donc, en cet endroit, une épaisseur supérieure à 13 mètres : elle est surmontée de craie gris bleuâtre, devenant gris clair par exposition à l'air, et contenant des grains disséminés de glauconie verte, dans la même proportion que la craie qui, à Orsbach, surmonte la couche coquillière.

La différence d'épaisseur de cette couche coquillière, en deux endroits aussi peu distants que le sont Orsbach et Kerensgracht, conduit à se demander si, dans la première de ces localités, il n'existe pas en profondeur, comme dans la seconde, une alternance de bancs coquilliers et de lits minces, irréguliers, de craie blanche ou bleuâtre, dont on n'apercevrait que le sommet. En tous cas, il ne faut pas oublier qu'entre ces deux endroits, la couche coquillière est remplacée, à la frontière, par de la craie graveleuse, décrite plus haut [1].

[1] Un sondeur m'a affirmé avoir rencontré, dans un forage à Niswijlre, en un point qu'il n'a pu me désigner exactement :

Craie	4m00,
Couche dure	6m00,
Craie bleuâtre	1m00,

ce qui montrerait que la craie bleue existe sur une certaine étendue.

Au sud de Seffent, la couche coquillière montre une dénivellation d'une dizaine de mètres, ce qui fait penser à une faille; mais, ici encore, il serait possible d'y voir un dédoublement.

Staring admettait que cette craie graveleuse est un horizon géologique assez constant, dont il retrouvait un équivalent dans des couches plus ou moins glauconifères, contenant des rognons durcis, entre Schuller et Galoppe (Gulpen), au sud de ce dernier village et au midi de Wittem. Il annonce également qu'elle a été rencontrée, lors de la construction de la voie ferrée, à laquelle il a assisté, dans la gare de Simpelveld, où elle est surmontée de Maestrichtien inférieur. La coupe des puits de cette gare [1] serait alors :

Maestrichtien inférieur	±	1.5 m.,
Craie graveleuse.	±	1.5 m.,
Assise de Herve.		

Je l'ai retrouvée dans des carrières situées en face du château de Goedenraad, dans la vallée de l'Eijser-beek, où elle paraît se trouver sous la craie dure, maestrichtienne, chose difficile à vérifier exactement, parce que la coupe est presque entièrement masquée par des éboulements.

Il paraît donc probable que, comme le pensait Staring, cette couche graveleuse constitue un horizon géologique, tout au moins dans le massif crayeux compris entre l'Eijser-beek et le Selzer-beek.

La craie à silex noirs (*Cp3c*) se voit sur les hauteurs comprises entre la vallée de la Gulpe et celle de la Geule, ainsi qu'à l'ouest de Galoppe (Gulpen), à Beritzenhoven et enfin à Strucht. A l'est de la Geule, on ne la trouve pas au sud du Selzer-beek ; mais en Allemagne, elle apparaît sur le Schneeberg, où son épaisseur, faible au Sud-Est, augmente vers le Nord-Ouest. A la frontière, elle surmonte la craie graveleuse, puis on l'aperçoit derrière l'église de Niswijlre et un peu plus au Nord, dans l'escarpement; elle affleure également entre Wittem et Eijs, ainsi qu'à Carthils ;

[1] D'après ces indications, la craie à silex noirs et la craie sans silex feraient défaut à Simpelved et le sous-sol du village serait formé de sable ou d'argilite hervienne, plutôt d'argilite à cause de la grande quantité d'eau que l'on y observe. Je n'ai pas figuré l'assise de Herve sur la carte, mes sondages ne m'y ayant donné aucun résultat.

dans un puits creusé près du château de Capolder, on a trouvé, à 7 mètres de profondeur, de la craie qui semble appartenir à ce niveau.

Nous avons récolté, dans l'assise de Nouvelles, les fossiles suivants, déterminés par M. H. Forir :

Ostrea semiplana, Sow. *Cp3*. Aix-la-Chapelle, Galoppe,
Pecten pulchellus, Nilss. *Cp3b*. Galoppe,
— *spurius ?* Muenst. *Cp3b*. Galoppe,
Granocardium productum, Sow. *sp*. *Cp3a*. Aix-la-Chapelle,
Lucina aquensis ? Hlz. *Cp3b*. Galoppe,
Terebratula carnea, Sow. *Cp3b*. Galoppe.

Assise de Spiennes.

L'assise de Spiennes se rencontre, sur la rive gauche de la Gulpe, à Euverem et à Galoppe, sur la rive gauche de la Geule, à Stokhem et à Etenaken ; sur la rive droite de cette rivière, on l'aperçoit à Wijlre ; elle forme de beaux affleurements sur les deux rives de l'Eijser-beek, aux environs d'Eijs, et on l'observe sur la rive droite de ce ruisseau, à mi-distance entre Over-Eijs et Simpelveld. On y trouve encore des silex noirs à un niveau supérieur à celui où apparaissent les silex bruns. Cette assise est peu développée dans la région étudiée, où elle est presque exclusivement composée de craie grossière.

L'assise de Spiennes nous a fourni les espèces ci-dessous, dont la détermination est due à M. H. Forir :

Ostrea vesicularis, Lamk. Schaasberg (Fauquemont),
Lima muricata, Gdf. Galoppe,
Pecten lævis, Nilss. Schin-op-Geulle,
Terebratula carnea, Sow. Galoppe, Schin-op-Geulle, Vaals.

Etage maestrichtien.

L'étage maestrichtien inaltéré affleure, sur la rive gauche de la Geule, de Fauquemont à Galoppe ; sur la rive droite de cette rivière, il est visible à la partie inférieure du Schaasberg, colline située en face de Oud-Valkenburg et on peut le suivre depuis là jusque Seffent, au NW. d'Aix-la-Chapelle (Aachen).

Dans la région que nous avons étudiée, cet étage présente des différences notables avec la même formation aux environs de Maestricht.

A la montagne St-Pierre, près de cette dernière localité, le Maestrichtien débute par la craie à coprolithes, bien connue, surmontant la craie à silex bruns. Cette couche à coprolithes fait complètement défaut dans le sud-est du Limbourg néerlandais, où la base du Maestrichtien (*Ma*) est formée par une alternance de couches de craie durcie contenant parfois un peu de glauconie, à silex gris jaunâtres, et de craie très sableuse, renfermant aussi des silex gris, souvent grands et plats et, en outre, des débris charbonneux et des dents de poissons ; *Lamna*, *Corax*, etc.

La caractéristique de cette série de couches est la grande abondance des stylolithes, formations cylindriques, ayant tout au plus l'épaisseur du doigt, et dont l'origine organique n'est pas certaine ; on ne les rencontre jamais entiers, de sorte que l'on ne peut déterminer leur longueur ; je n'en ai trouvé qu'un seul échantillon se terminant en pointe ; ces formes mystérieuses ne sont connues à aucun autre niveau de la craie.

Au Schaasberg, cette alternance de couches a une épaisseur de vingt-cinq mètres environ et est surmontée de tufeau à *Terebratella pectiniformis*. Entre Fauquemont (Valkenkerg) et Sibbe, la craie sableuse est visible en un point du chemin creux et paraît y former la base du tufeau inférieur, affleurant un peu plus haut, dans le même chemin. Plus vers l'Est, elle repose sur la craie à silex noirs, à Piepert et à Eijs, sur l'assise de Herve dans les environs de Simpelveld. Elle est recouverte par le tufeau à *Terebratella pectiniformis*, surmonté lui-même, au Schaasberg, par la couche à *Dentalium*, qui forme, sur la rive gauche, le sol des carrières de Fauquemont.

Dans ces dernières, une faille, visible dans trois galeries, met en contact la craie à silex gris et le tufeau exploité. Un puits de recherche, creusé dans cette dernière roche, a, d'après Staring, traversé 18 mètres de tufeau à *Terebratella pectiniformis* avant d'atteindre une craie sableuse, identique à celle du Schaasberg ; on doit en conclure que la craie à silex gris se trouve à un niveau encore inférieur.

Le synchronisme exact de la craie sableuse à stylolithes [1] n'est pas aisé à déterminer. Comprise entre la craie grossière à silex gris et le tufeau maestrichtien, elle ne contient guère de fossiles caractéristiques. *Belemnitella mucronata*, des dents de squales et parfois des échinides s'y trouvent fréquemment. Près de Vetschau, à l'ouest de Richterich (Allemagne), on y a rencontré des *Hemipneustes*, d'après M. le professeur E. Holzapfel ; ces échinides caractérisent, dans les carrières de la montagne St-Pierre, un lit mince, situé à trois ou quatre mètres au-dessus du sol ; sous ce lit, se trouve une couche à bryozoaires qui, à Fauquemont, forme le toit des carrières ; mais ce n'est guère là qu'une présomption en faveur de l'assimilation de la craie sableuse au Maestrichtien. Obligé, par des nécessités cartographiques, de me prononcer dans un sens ou dans l'autre, j'ai cependant cru devoir adopter cette assimilation.

Les couches qui surmontent la craie sableuse à stylolithes se composent de tufeau jaunâtre (*Mb*) à *Terebratella pectinifornis*, contenant des silex caverneux ou tubulaires, ramifiés ; elles ne sont guère exploitées, sauf à Sibbe, au sud de Fauquemont, à cause, vraisemblablement de leur facile altération à l'air, qui les rend très friables, et à cause du grand déchet de l'exploitation.

Au dessus, repose un banc fossilifère, dit couche à *Dentalium* (*Mc*) qui, à Fauquemont, forme le sol des carrières à la cote + 93. En face du village, sur le Schaasberg, on le retrouve à la cote + 119, ce qui indique qu'une faille, d'un rejet de 26 mètres environ, passe par le fond de la vallée.

Le tufeau sans silex (*Mc*), exploité à Fauquemont, est compris entre ce banc et une seconde couche fossilifère, contenant surtout *Ostrea (Gryphæa) vesicularis*, et qui, par sa position, semble être l'équivalent de la couche à échinides, épaisse de vingt centimètres environ, de la montagne St-Pierre.

[1] STARING donne à cet étage le nom de *craie quartzeuse des rives de la Geule* et y fait deux subdivisions, dont il nomme la supérieure *craie quartzeuse proprement dite* et l'inférieure *craie sableuse ;* cette dernière est composée d'une alternance de bancs durs et friables. Je ne vois pas de raison de maintenir cette subdivision. Le même savant dit que cette formation renferme des fossiles maestrichtiens, mais il n'en cite pas un seul.

Sous cette seconde couche fossilifère, se trouve la première couche à bryozoaires (*Md*) ; la deuxième et la troisième couches à bryozoaires sont situées respectivement sept et seize mètres plus haut.

Entre ces deux dernières, se trouve encore un niveau de tufeau qui a été exploité jadis à Geulem et aux environs, à l'ouest de Fauquemont, mais dont l'exploitation a cessé à cause de la qualité inférieure de la pierre.

Facies d'altération. Le conglomérat à silex.

Dans le sud de la région envisagée, il n'existe pas de dépôts d'âge maestrichtien, pas plus que de couches appartenant à l'assise de Spiennes, présentant le facies normal ; mais, en revanche, on y observe des amas de silex surtout gris, entiers et brisés, non roulés, cimentés par de l'argile sableuse, brunâtre.

Il faut attribuer ce phénomène à une émersion de la région méridionale, antérieure à celle de la partie septentrionale, émersion pendant laquelle s'est produite une dissolution lente de la craie par les eaux atmosphériques.

Le conglomérat à silex auquel cette dissolution a donné naissance montre, vers l'Ouest, son affleurement le plus septentrional à l'est de Reijmerstok ; il couvre le plateau compris entre Slenaken, Waterop, Pesaken, Landraad, Epen, et s'étendant au-delà de la frontière belge, celui que surmontent les bois d'Elzet et de Vijlen, le Kerper-bosch, les bois de Harles et de Holset, le Malens-bosch et le Schimper-bosch, enfin celui qui occupe l'angle SE. du Limbourg, à l'est de Wolfhang.

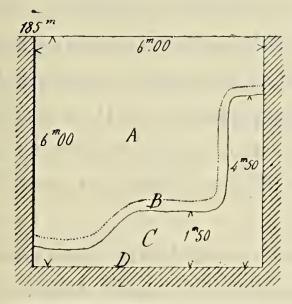
J'ai fait faire, dans ce conglomérat, une coupe d'un mètre et demi de profondeur, qu'il n'a pas été possible de pousser plus loin, à cause de sa dureté ; des silex blonds, bruns et noirs y étaient associés, ce qui montre que cette roche est le résidu de l'altération de couches maestrichtiennes et sénoniennes.

C'est cette assise que Staring a dénommée improprement *Vuursteendiluvium* ou diluvium à silex ; Debey l'a appelé, inexactement aussi, *Hornstein in Diluvium dislocirt*, silex disloqués en diluvium. Cependant, le premier de ces auteurs annonce [1] que Ubaghs a

[1] De bodem van Nederland, t. II, p. 329.

démontré que ce conglomérat n'est autre chose que le résidu d'une craie à silex dissoute par les eaux d'infiltration, ce qui montre que, nonobstant la dénomination qu'il lui a donnée, il interprétait exactement son origine.

Indépendamment de cette formation produite par dissolution de la craie maestrichtienne et de celle de l'assise de Spiennes, principalement, on observe, en certains endroits, des dépôts de silex de l'assise de Nouvelles, surmontant directement la craie blanche sans silex. Le plus bel exemple que l'on puisse en voir se trouve dans les exploitations de craie grise de Vijlen (fig. 2). Ces silex sont noirs pour la majeure partie et anguleux ; le dépôt qu'ils constituent, d'une épaisseur variant de $0^{m}10$ à $1^{m}00$, suit exactement la surface de la craie sans silex, qui a, elle-même, été fortement érodée par l'action dissolvante des eaux météoriques, de telle sorte que son sommet affecte une forme très irrégulière, où des bosses, parfois très étroites et très élevées sont séparées par de profondes dépressions. La disposition de cette couche de silex et l'absence complète, dans son sein, d'éléments roulés, démontre qu'elle est également le résidu en place de la dissolution, par les eaux d'infiltration, de la partie supérieure de l'assise de Nouvelles. Au-dessus des silex, s'observe du limon quaternaire qui a complètement nivelé la surface du sol.



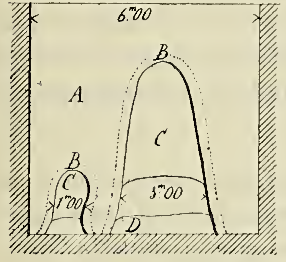


Fig. 2. — Coupe d'une fosse de recherche de marne, à Vijlen.
A. Limon. *B*. Silex noirs, anguleux. *C*. Craie grise. *D*. Niveau de l'eau.
Echelle de 1 : 200.

Groupe tertiaire.

Les formations tertiaires sont peu représentées dans la région que j'ai étudiée, et n'y présentent pas de fossiles, ce qui ne m'a pas permis de déterminer leur âge. Elles prennent, plus au Nord, un développement considérable.

Mentionnons d'abord l'existence de cinq dépôts de sable blanc *(Om)* et de cailloux avellanaires de quartz blanc *(Onx)*, analogues à ceux de Rocour, couvrant les points culminants de la région.

Le plus occidental d'entre eux se trouve à l'est de Slenaken ; il forme, en partie, le sol des hameaux de Heijenraat et de Eperheide, et c'est sur lui qu'a été construite la ferme de Giveld (Belgique).

Un petit dépôt du même sable se trouve à la lisière du bois d'Elzet ; un troisième, plus étendu, de sable et de cailloux, couvre la plus grande partie du bois de Holzet et du Malens-bosch, contre la frontière belge ; un autre lambeau de sable est visible dans l'angle sud-est de la province, aux confins de la Belgique et de l'Allemagne : ces quatre amas reposent sur le conglomérat à silex. Enfin, le cinquième lambeau de sable, surmontant la craie blanche de l'assise de Nouvelles, se remarque sur le Schneeberg, au nord de Vaals.

Il semble vraisemblable que ces sables et ces cailloux formaient, autrefois, une nappe unique, directement reliée aux dépôts de même nature s'étendant très loin en Belgique, et que cette nappe a été presque entièrement démantelée par les eaux de ruissellement. Leur âge n'a pu être déterminé avec certitude, ni en Belgique, ni en Hollande.

Il paraît vraisemblable que l'on doive rattacher à la même formation les blocs de grès blanc (*Ong*), visibles en de nombreux points, sur les hauteurs, notamment sur le Schneeberg, près de Vaals et sur le plateau compris entre cette localité et Epen.

Dans la partie septentrionale de la région étudiée, le Maestrichtien est entièrement recouvert par un dépôt continu (*Tg*) de sables et de graviers tertiaire, un peu différents des précédents, dépôt qui paraît s'être étendu jadis plus loin vers le Sud, ainsi qu'en témoignent quelques îlots isolés, reposant sur le Maestrichtien, encore visibles à l'est et à l'ouest de la route de Fauquemont à Sibbe, au NW. de Banerheide.

Le dépôt principal s'étend de Kasteel-Oost, à l'est de Fauquemont, à Trintelen, Roodeputs, Prickart et Overhuizen, dans la région envisagée, pour se continuer au-delà de la frontière allemande. Sur la colline d'Ubaghsberg, on y observe du sable blanc, homogène, ayant à peu près l'aspect de celui d'Aix-la-Chapelle ; il

devient jaune et ferrugineux à sa partie inférieure. Il s'étend, vers le Sud, au-delà de Trintelen, tant à l'Est, où il se trouve à la côte + 172, qu'à l'Ouest, où il est au niveau + 182 ; son contact avec le Maestrichtien y est visible. Entre Trintelen et Eijs, j'ai trouvé le même sable à la cote + 168, dans un sondage arrêté sur une roche dure, probablement maestrichtienne. En descendant vers Eijs, on observe le Maestrichtien à la cote + 164 ; plus vers l'Ouest, il affleure au niveau + 169.

A Huls, le sable tertiaire est visible sur la hauteur ; à Roodeputs, on trouve, à la cote + 162, un sable graveleux, plus ou moins glauconifère, formant une éminence d'une dizaine de mètres et appartenant vraisemblablement à un niveau géologique un peu inférieur ; un sondage tenté en ce point a échoué, à un mètre de profondeur, grâce aux silex existant sous le limon.

A Simpelveld, à la cote + 157, on observe un sable analogue, épais de 4 mètres, surmonté de 4 mètres de cailloutis composé, pour la majeure partie, de quartzite roulé, puis de grès gris bleu et de qnartz blanc ; au-dessus, se trouvent un peu de sable blanc, quelques silex et enfin du limon. Dans le chemin creux conduisant de ce village à Molsberg, à 50 mètres environ de distance du dépôt précédent, j'ai pu relever la coupe suivante, dont la base se trouve à la cote + 162 :

Limon avec silex à la base	2^m00.
Sable jaune, peu glauconifère	1^m00.
Argile grise	0^m20.
Sable graveleux et blocs de quartzite. . . .	1^m00.

Ce dépôt forme la base du sable s'étendant vers l'Est.

A Broek, j'ai observé la succession suivante, dont la partie inférieure est à la cote + 160.

Limon	0^m20.
Cailloux et silex	0^m40.
Sable ferrugineux	0^m30.
Cailloux et silex plus ou moins roulés . . .	0^m50.
Cailloux roulés	2^m00.

Ce dernier dépôt renferme de gros blocs de quartzite de toute couleur, des cailloux de quartzite bleu, revinien, à cubes de pyrite altérée, des cailloux de quartz blanc et quelques lits minces de petits éléments roulés de grès et de quartzite, dont la

surface est noircie par des matières charbonneuses. J'y ai trouvé un caillou de quartzophyllade altéré, mais très reconnaissable.

Le même dépôt se retrouve à Bocholtz, à la cote + 175, surmonté d'un mètre de sable jaune ; on observe enfin, au lieu dit Zandberg, dans la même localité, du sable brun et des cailloux roulés de quartzite, reposant sur le Maestrichtien inférieur, qui s'étend vers l'Ouest.

A Vieux-Fauquemont (Oud-Valkenburg), dans le chemin de Sibbe, on voit, sur la hauteur, une couche de sable jaune à grains de lignite, contenant aussi quelques silex noirs et devenant tout-à fait blanc au sommet.

L'aspect de ces roches, dans lesquelles je n'ai trouvé aucun fossile, rappelle le Tongrien ; à Bocholtz et à Broek, les sables sont fort peu glauconifères ; ils le sont davantage à Simpelveld ; cependant, étant donné les cotes respectives de tous les affleurements, ils semblent appartenir tous à la même assise, sauf peut-être ceux de Trintelen qui pourraient se rattacher au Rupélien inférieur.

Groupe quaternaire.

Les formations quaternaires observées dans la partie méridionale du Limbourg hollandais appartiennent à quatre types différents :

1° un dépôt de cailloux et de blocs erratiques, d'origine glaciaire, occupant, en général, des points élevés, mais descendant parfois jusque dans le fond des vallées ;

2° un second dépôt de cailloux roulés, d'origine fluviale, se trouvant ordinairement à un moindre niveau ;

3° des débris de silex, éboulés sur les versants et parfois jusque dans le fond des dépressions ;

4° des limons de diverse nature, couvrant les sommets des plateaux ou entraînés le long des pentes où ils atteignent parfois une épaisseur assez importante, ou bien encore charriés par les cours d'eau sous forme d'alluvions modernes.

Cailloux glaciaires (q2g). — J'en ai observé en douze points différents, que je mentionnerai en notant approximativement leur altitude : à Schuller (+ 161), à Berghoven (+ 163 à + 176),

au Bergenbosch à l'est de Reijmerstok (+ 180), à l'ouest de Houbestraat (+ 179), à Crapoel - Landraad - Schwijbergerbosch (+ 189 à + 205), au NW. d'Overgeul (?), à Kosberg (+ 190 à + 201), à Mechelen ? (+ 103), à Thiene (+ 190?), au nord de Mellischet ? (+ 110), au Platteboschen, à l'ouest de Niswijlre (+ 200) et à Orsbach en Allemagne (+ 195). Les dépôts observés à Mechelen et au nord de Mellischet pourraient bien ne pas appartenir à cette formation, mais avoir une origine fluviale.

Les cailloux se composent, en majorité, de quartz blanc et de quartzite revinien, à cubes de pyrite altérés ; leur volume diminue vers le haut, où ils sont presque toujours associés à des silex anguleux ou peu roulés, d'origine voisine et ils passent insensiblement au limon qui les surmonte ; on y trouve parfois des intercalations de sable quartzeux à gros grain.

J'y ai rencontré, à Orsbach, un caillou de schiste grossier à *Cyathophyllum*. On y remarque aussi, fréquemment, du basalte rhénan et des roches scandinaves et bretonnes [1].

Pour donner une idée de la structure des gisements, je reproduirai quelques coupes que j'ai observées dans ce dépôt.

Coupe du Quaternaire près de Crapoel.

Cailloux roulés et sable graveleux	1m.00.
Sable quartzeux, jaune	0m.60.
Cailloux roulés et sable.	

Autre coupe au même lieu.

Silex non roulés et cailloux de quartzite, contenant une lentille de sable graveleux de 0m.20	1m.00.
Cailloux roulés de quartz, de grès et de quartzite.	

Coupe d'une ballastière à Kosberg.

Limon des pentes et silex	0m.20.
Gros sable et petits cailloux	0m.40.
Sable	0m.10.
Cailloux et silex peu ou point roulés	0m.20.

[1] M. Erens y a signalé 24 échantillons de roches d'origine bretonne certaine et 10 autres pouvant avoir la même provenance, d'après M. Ch. Barrois. *Archives du Musée Teyler*, sér. 2, vol. III, 1891-1892.

Sable et cailloux, contenant un lit irrégulier, charbonneux, de $0^m.03$ . . . . $1^m.10$.

Gros cailloux. . . . . $0^m.20$.

Cailloux plus petits . . . . $0^m.40$.

Gros cailloux.

Le lit charbonneux et toutes les couches inférieures ont une faible inclinaison du NE. vers le SW.

Coupe du Quaternaire à Eperheide.

Terre végétale . . . . $0^m.20$.

Sable quartzeux. . . . . $0^m.40$.

Cailloux de quartz et débris anguleux de silex blond.

Parfois, le dépôt de cailloux renferme des blocs erratiques volumineux; j'y ai noté, à Crapoel, deux masses énormes, non roulées, de quartzite bleu, revinien; deux autres, de même nature, se sont éboulées au fond du Kerensgracht (NW. de Niswijlre), ancienne exploitation de marne.

A Crapoel, la formation considérée a une épaisseur d'une vingtaine de mètres, et elle repose sur la craie à l'Ouest, au Nord et à l'Est; au Sud, elle paraît surmonter le conglomérat à silex, que recouvrent également les amas de cailloux de Houbestraat et du Bergenbosch.

Cailloux fluviaux (q2n). — Ils ne présentent rien de remarquable; leur origine rhénane est incontestable. On y trouve parfois également des blocs volumineux plus ou moins roulés, notamment, dans la vallée du Selzer-beek, où ils sont composés de quartzite brun.

Eboulis des pentes. — Les silex anguleux, éboulés le long des pentes et descendus même jusque dans le fond des vallées, ont parfois une épaisseur notable, qui rend les sondages très difficiles, impossibles même dans certains cas Il ne présentent non plus rien de particulier.

Limons. — Ainsi que MM. Lohest et Forir l'ont montré pour le plateau de la Hesbaye, la composition du limon varie avec l'altitude; très sableux sur les hauts plateaux, ce que l'on constate aisément par le résidu de sable fin formant des dessins dans les

ornières des voitures après les pluies, il devient de plus en plus argileux à mesure que l'on se rapproche du fond des vallées, ce qui, nous semble-t-il, indique clairement que le limon des versants et du fond des vallées provient du lavage du limon des hauts plateaux.

Parfois aussi, on trouve, dans ce limon, des blocs erratiques. Citons, entre autres, deux masses pesant de cinq à six mille kilogs, que l'on a dû enlever récemment, à Vaals, lors de la construction d'une route. Ils étaient aussi formés de quartzite bleu foncé, veiné de blanc.

Une bonne coupe dans le limon peut être observée dans les exploitations de craie grise de Vijlen (fig. 2, p. 173).

CHAPITRE II.

Epaisseur des assises crétacées.

Nous avons déjà vu précédemment (pp. 158 à 161) que la puissance de l'*assise d'Aix-la-Chapelle* est très variable. Dans les affleurements des deux rives de la Geule, elle ne dépasse guère douze à quinze mètres. A Lemiers, cette puissance est inconnue; le sable étant très aquifère, la tarière ne peut guère y pénétrer qu'à un ou deux mètres de profondeur.

L'*assise de Herve* possède, elle aussi, une épaisseur variant beaucoup d'un point à un autre. On ne peut guère la déterminer sur les deux rives de la Gulpe, où les terrains sur lesquels elle repose n'affleurent nulle part. Sur la rive gauche de la Geule, cette épaisseur ne dépasse pas trente mètres; sur toute la rive droite, au contraire, elle atteint cinquante-six mètres, dont quatorze de sable glauconifère et quarante-deux d'argilite. A Vaals, la puissance de l'assise de Herve est de quatre-vingt-dix mètres; mais elle diminue rapidement vers le Nord-Ouest, où elle se réduit à cinquante-cinq mètres; dans la vallée du Selzer-beek, près de Lemiers, l'assise ne comprend qu'une couche de gravier glauconifère de vingt-cinq centimètres; mais, ainsi que nous l'avons vu (p. 159), cela peut être dû à une cause exceptionnelle, postérieure à la sédimentation.

Enfin, dans la vallée de l'Eijser-beek, des puits y ont pénétré à neuf mètres.

En Allemagne, entre Aix-la-Chapelle et Laurensberg, l'assise fait entièrement défaut; la craie y repose directement sur l'assise d'Aix-la-Chapelle. Elle réapparaît plus à l'Est, à Laurensberg, où elle est immédiatement surmontée de Maestrichtien, et dans la Thurmstrasse, à Aix-la-Chapelle, où l'on voit, de nouveau, la base de l'assise reposant sur les sables d'Aix-la-Chapelle et recouverte de craie altérée.

L'*assise de Nouvelles* présente également des différences d'épaisseur notables.

Sur la rive gauche de la Gulpe, vers la frontière belge, dans la colline comprise entre cette rivière et la Geule, dans le mamelon séparant ce dernier cours d'eau du Lomberg-béek et dans son prolongement jusqu'au point de rencontre des quatre frontières de Hollande, d'Allemagne, du Territoire neutre et de Belgique, la craie sans silex, y compris les deux à trois mètres de craie glauconifère, ne dépasse guère quinze à vingt mètres.

Elle s'épaissit rapidement vers le Nord, sur le versant occidental de la Gulpe, et atteint, à Galoppe, soixante mètres au moins, en y comprenant la craie à silex noirs ; cette même épaisseur se constate sur le Schneeberg, en face de Vaals, et aux environs d'Orsbach, où le niveau à silex noirs a une vingtaine de mètres.

Le *Maestrichtien* inférieur ne se prête pas à des mensurations, puisqu'on ne le voit reposer nulle part sur le Sénonien ; mais il est certain qu'au Schaasberg, en face de Vieux-Fauquemont, il atteint au moins vingt-cinq mètres, même si l'on considère sa partie inférieure, à silex gris, comme appartenant à l'assise de Spiennes.

Le niveau à *Terebratella pectiniformis* a dix-huit mètres dans le puits de recherche des carrières de Fauquemont et neuf mètres au Schaasberg [1], où il n'est plus visible pour le moment.

Le tufeau exploité atteint une puissance de douze mètres. Les couches qui le surmontent : 1re couche à bryozoaires, tufeau, exploité jadis à Geulem, 2e couche à bryozoaires et niveau à *Ostrea larva* ont une faible épaisseur qui, d'après Staring, ne dépasse pas quatorze mètres [2].

Ainsi que l'on peut en juger par ce qui précède, le manque de constance dans la puissance des divers niveaux du Crétacé est remarquable dans le Limbourg hollandais. Il est en relation directe avec les failles normales qui, ainsi que nous allons le voir, morcellent cette région, et il prouve que l'accentuation de ces failles pendant le Crétacique, a été différente pour chacune d'elles et même variable dans l'étendue d'un même accident. M. Forir a fait la même observation à l'occasion de l'étude des sondages de la

(1) STARING. De bodem van Nederland, t. II, p. 333.

(2) Il ne fait pas connaître l'endroit où il a constaté cette superposition.

Campine, du Limbourg hollandais et de la partie avoisinante du territoire allemand; selon lui, les failles se sont produites après le dépôt des couches houillères et ont continué à s'accentuer, différemment pour chacune, pendant les périodes crétacée, tertiaire et et quaternaire, ainsi que le montrent les différences d'épaisseur de toutes les couches de part et d'autre de chacun de ces accidents.

CHAPITRE III.

Les failles normales.

Faille de la Geule.

La présence d'un filon de galène, transversal aux couches primaires, à Bleyberg, filon figuré sur la Carte géologique de Belgique comme reconnu jusqu'aux environs de Sippenaeken, non loin de la frontière hollandaise, faisait prévoir l'existence d'une faille dans la vallée de la Geule ; la différence d'épaisseur de l'assise de Herve sur les deux berges de cette rivière, dès son entrée en Hollande, confirme cette prévision, de même que le changement d'altitude du contact des sables d'Aix-la-Chapelle sur le Houiller aux deux rives (fig. 3, pl. VI).

Le diagramme de la figure 4 (pl. VI) donne une idée assez nette de l'allure des assises d'Aix-la-Chapelle, de Herve et de Nouvelles des deux côtés de la faille. Cette figure, de même que la suivante, a été obtenue en projetant sur le plan de faille, parallèlement à la direction des couches, les affleurements observés.

Le tracé de ce grand accident géologique que nous avons figuré sur la carte, ne doit être considéré que comme approximatif ; on ne peut le suivre exactement sur le plateau séparant la vallée de la Geule de celle de la Gulpe ; sur le versant oriental de cette dernière vallée, on observe à Pesaeken, à la cote 103, le contact de la base de l'assise de Nouvelles sur l'argilite hervienne ; un peu au Nord-Est, à la cote 105, on note le passage de la craie glauconieuse à la craie blanche, alors que l'on devrait s'attendre à rencontrer, à ce niveau, les roches de l'assise de Herve, si les couches se continuaient normalement. Plus au Nord-Ouest, les traces de la continuation de la cassure font défaut à l'affleurement. M. Forir estime cependant qu'elle se continue jusqu'en Campine, en s'appuyant sur les forages faits dans cette région.

Un fait mérite d'attirer l'attention ; tandis qu'à Pesaeken, la lèvre nord-est de la faille semble être descendue par rapport à la lèvre sud-ouest, c'est le phénomène inverse que l'on observe à Epen.

Un autre fait est également intéressant, c'est la différence notable d'épaisseur des différentes assises des deux côtés de la cassure; la puissance de celles-ci est partout plus considérable au NE. qu'au SW.; cependant, la faille ne semble pas avoir continué à s'accentuer pendant le Quaternaire, car le cailloutis glaciaire de Landraad ne semble pas avoir subi son influence.

Les exemples d'accentuation de failles pendant le Quaternaire ne sont cependant pas rares dans la région. Au nord-est d'Eschweiler, notamment, entre Mariadorf et Höngen, le cailloutis campinien a subi une dénivellation de quarante mètres, alors que, dans le Houiller situé en-dessous, on a constaté un rejet de quatre cents mètres.

Faille de Vijlen.

Comme pour la faille de la Geule, nous avons cru utile de montrer, par un diagramme à échelle des hauteurs exagérée dix fois, la disposition probable de la base des assises de Herve et de Nouvelles aux deux lèvres de la faille, en projetant sur cet accident géologique, parallèlement à la direction des couches, les affleurements observés (fig. 5, pl. VI). Ce diagramme, à défaut de courbes de niveau sur la carte topographique, rend évidente l'existence de la cassure.

Ce qui frappe immédiatement, par l'examen de cette figure, c'est la forte différence d'épaisseur que présente l'assise de Herve dans les régions du NE. et du SW. Alors qu'au SW., cette assise, composée des trois niveaux que nous avons décrits, a une puissance d'une quarantaine de mètres au moins, dans la région NE., au contraire, elle n'est représentée que par son gravier de base, *Cp2a*, et son épaisseur ne dépasse guère un mètre.

Cependant, dans cette dernière région, la pente vers le NNW. de la base de l'assise de Nouvelles, déterminée à l'aide de l'affleurement de Valsbroek et des forages de Vaals et de Harles, semble augmenter au NW. de ce dernier forage, sans quoi cette assise passerait au-dessus de la surface du sol au grand sondage de Partij (Witten) (n° 16), dont la cote superficielle est de 97 m. [1].

[1] Les cotes renseignées dans tout ce travail ont été déterminées à l'aide du baromètre altimétrique Goulier, par conséquent, avec une exactitude suffisante, mais non parfaite ; on peut admettre que les erreurs sont de deux mètres en plus ou en moins, au maximum.

Malheureusement, les renseignements sur la coupe des morts-terrains de ce sondage nous font défaut, malgré nos recherches ; tout ce que l'on en sait, c'est que la surface du terrain houiller y est à une altitude de 66m.45 au-dessus du niveau de la mer. Nous devons donc nous en tenir aux indications fournies par les affleurements du voisinage.

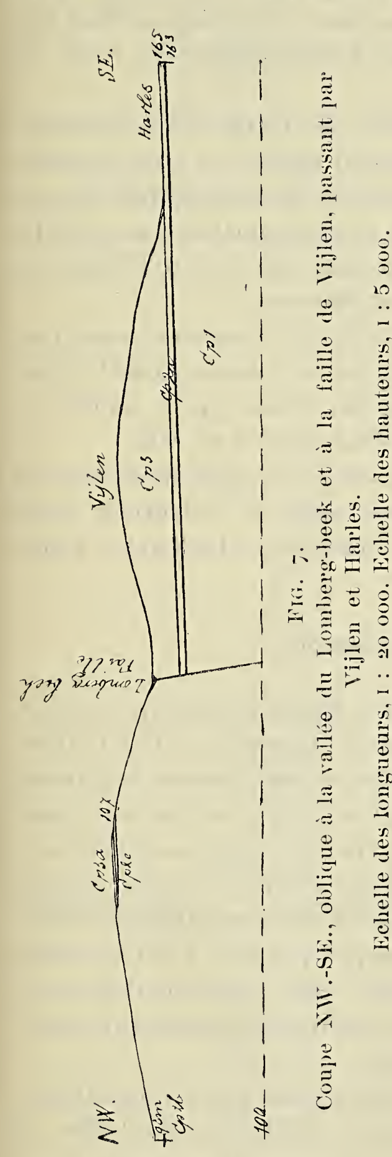


Fig. 7. Coupe NW.-SE., oblique à la vallée du Lomberg-beek et à la faille de Vijlen, passant par Vijlen et Harles. Echelle des longueurs, 1 : 20 000. Echelle des hauteurs, 1 : 5 000.

Sur la rive gauche de la Geule, en face de Partij, la craie blanche sans silex se trouve au niveau de 100 m. ; sa base est invisible.

Un peu au Sud, au bord du Lomberg-beek, à Hilleshagen, la même craie est à la cote + 110 et l'on n'en voit pas non plus la partie inférieure. Il semble donc que cette craie doive avoir été traversée par la partie supérieure du sondage, ce qui indiquerait une inclinaison de l'assise de Nouvelles plus grande au NW. qu'au SE.

On peut cependant faire deux autres hypothèses encore : 1°) Une dénudation aurait suivi le dépôt de l'assise de Herve et précédé la sédimentation de la craie de l'assise de Nouvelles; mais cette hypothèse est peu admissible, car elle nécessiterait une émersion du sol pendant le Sénonien, émersion dont il n'existe aucun indice dans le voisinage. 2°) Il se serait produit, au nord de Harles, une fracture orientée SW.-NE., comparable à celles de direction analogue, connues dans les bassins houillers exploités au S. et au N. d'Aix-la-Chapelle. La lèvre NW.

de cette cassure se serait affaissée plus que la lèvre SE. Cette supposition n'est pas improbable.

La question ne pourrait être résolue qu'à l'aide de forages plus profonds que ceux que nous pouvons faire, effectués au fond des carrières de craie de Vijlen ou dans l'affleurement de craie de Hilleshagen.

Que devient la faille de Vijlen au NW. de Mechelen ? Se raccorde-t-elle à la faille SE.-NW. de Fauquemont dont il va être question, ou vient-elle se terminer à cette faille qui se prolongerait dans la faille du Selzer-beek ou, ce qui paraît moins probable, dans la faille de la Geule. C'est ce que ne nous permet pas de dire l'étude des affleurements qu'il nous a été donné d'observer.

Le tracé de la faille de Vijlen au SE. de Holset est aussi très difficile à établir. En tous cas, le rejet de la cassure semble diminuer notablement dans cette direction, ainsi que le montre la coupe WSW.-ENE. de Cottessen à Vaals (fig. 6, pl. VI).

Ainsi qu'on peut le voir par cette coupe, ce rejet serait tout au plus d'une dizaine de mètres au voisinage de Valsbroek, alors qu'il atteint près d'une trentaine de mètres à Harles et à Vijlen (fig. 7).

Failles de Fauquemont.

Dans les galeries orientales, appelées Quaadvliegsberg, des carrières souterraines de tufeau de Vieux-Fauquemont (Oud-Valkenburg), on voit nettement, en trois endroits, une cassure mettant en contact le tufeau maestrichtien (*Mc*) exploité, avec la craie grossière (*Cp4*) de l'assise de Spiennes, à silex gris en bancs subcontinus. Cette cassure a une ouverture d'une dizaine de centimètres et est remplie de silex ; sa direction est Est-Ouest, différente donc de celle des fractures examinées jusqu'à présent. C'est une faille transversale, comparable à celles qui, ainsi que nous l'avons dit précédemment, affectent les bassins houillers exploités au sud et au nord d'Aix-la-Chapelle (voir p. 170).

Indépendamment de cet accident, déjà signalé par divers auteurs, il existe une seconde fracture, à parois dénivelées d'environ 26 mètres, dans la vallée de la Geule, en face de Fauquemont ; son orientation est voisine de celle des cassures analogues étudiées précédemment, c'est-à-dire SE.-NW. (fig. 8).

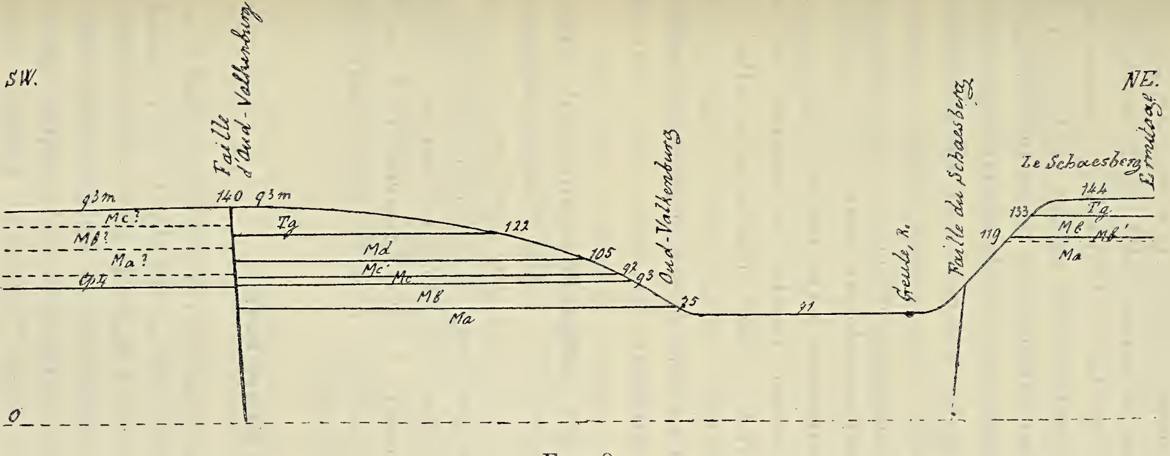


FIG. 8.

Coupe transversale de la vallée de la Geule, passant par Vieux-Fauquemont (Oud-Valkenburg) et le Schaasberg. Sauf les suivantes, les notations adoptées dans cette figure sont celles que nous avons admises dans la description de l'étage maestrichtien et de l'assise de Spiennes.

LÉGENDE SPÉCIALE.

Md. Tufeau, avec couches de bryozoaires à la base.
Mc'. Tufeau, avec banc à *Ostrea vesicularis* à la base.
Mc. Tufeau exploité.
Mb. Tufeau à silex et à *Terebratella pectiniformis*. Banc à *Dentalium* et à *Ditrupa Mosæ*.
Mb'. Banc inférieur à *Dentalium* et à *Ditrupa Mosæ*.

Echelle des longueurs, 1 : 20 000. Echelle des hauteurs, 1 : 5 000.

Au NE. de Fauquemont se trouve le Schaasberg, colline dont la partie inférieure est formée de craie durcie à stylolithes (*Ma*), très épaisse en cet endroit et encore visible à la cote + 100. Je n'ai pu constater son contact avec le tufeau (*Mb*) qui le surmonte ; mais, à la cote + 119, se trouve un banc à *Dentalium* reposant sur du tufeau jaune, et surmonté également de tufeau, visible jusqu'à l'altitude de 133 mètres, où il est surmonté de sables tertiaires. Ce banc à *Dentalium* de la rive droite de la Geule semble différent de celui qui, sur la rive gauche, repose, à la cote + 93, sur le tufeau à *Terebratella pectiniformis*, *Mb*, et est recouvert par le tufeau exploité (*Mc*), visible jusque l'altitude de 97 mètres. Cette dernière couche à *Dentalium* n'est pas observable sur la rive droite, où elle doit se trouver à un niveau supérieur à 119 mètres. Sur la rive gauche, existent encore un certain nombre de couches qui ne paraissent pas représentées sur le versant oriental de la vallée : le tufeau (*Mc'*), s'élevant jusque la cote + 105, ayant à sa base un lit renfermant de nombreuses *Ostrea vesicularis* et le tufeau contenant des niveaux à bryozoaires, atteignant la cote + 122, où il est surmonté de sable tertiaire.

De ceci, il résulte que le rejet vertical de la faille est de vingt-six mètres environ ; l'orientation et la position de cet accident géologique peuvent être observées dans une carrière ouverte au pied du flanc occidental du Schaasberg, où le tufeau à silex gris, *Mb*, et la craie durcie à stylolithes, *Ma*, sont en contact. Ainsi que nous l'avons dit précédemment, le prolongement SE. de cette faille de Fauquemont n'est pas connu ; c'est l'une des cassures de la Geule, de Vijlen ou du Selzer-beek.

Faille du Selzer-beek.

L'existence d'une faille dans la vallée du Selzer-beek se manifeste nettement aux environs de Vaals. Sur la rive droite du ruisseau, en territoire allemand, en face de l'angle de la frontière hollandaise, on apercevait, avant la construction de la nouvelle route, une couche de cailloux roulés, surmontée de quelques mètres de craie glauconifère de l'assise de Nouvelles, passant, vers le haut, à la craie blanche, dure, de la même assise ; un peu à l'est, à Weingartsberg, le talus septentrional de la chaussée montre une mince couche de la même craie reposant sur le sable de Herve.

Sur la rive gauche, au contraire, le sable glauconifère de l'assise de Herve affleure et surmonte le sable sans glauconie d'Aix-la-Chapelle, ainsi que nous l'a fait voir un sondage effectué en ce point.

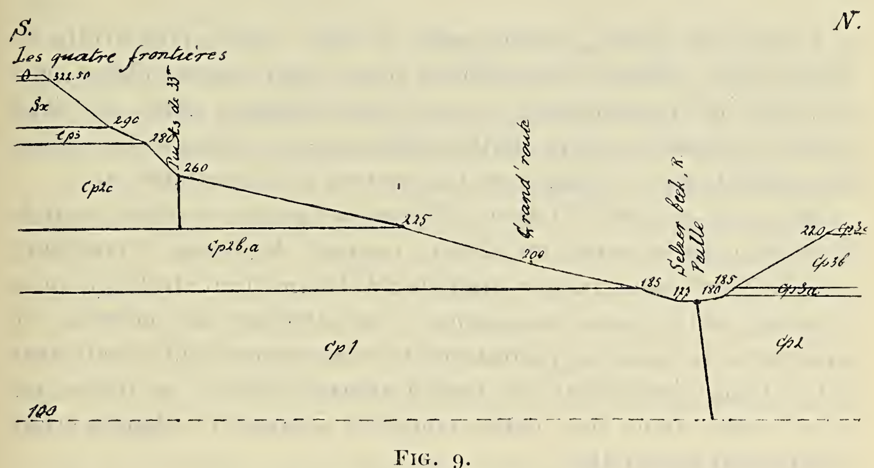


Fig. 9.

Coupe transversale de la vallée du Selzer-beek le long de la frontière de Hollande et d'Allemagne.
Echelle des longueurs, 1 : 20 000. Echelle des hauteurs, 1 : 5 000.

En suivant la rive droite vers le Nord-Ouest, on observe successivement la craie blanche sans silex, la craie graveleuse à l'angle de la frontière et la craie à silex noirs, à Niswijlre ; sur la rive gauche, en marchant dans la même direction, on constate du sable d'Aix-la-Chapelle, puis du sable de Herve, enfin de la craie marneuse aux environs de Vijlen ; à Mamelis, cette craie paraît reposer sur de la craie glauconifère, dont on trouve des fragments, mais ceux-ci peuvent avoir été entraînés par le ruisseau.

La faille ne peut être suivie bien loin en Allemagne vers le Sud-Est ; vers le Nord-Ouest, dans la vallée de la Geule, les couches crétacées des deux rives se trouvent à la même altitude, ce qui semble indiquer que la dénivellation des deux lèvres avait cessé de s'accentuer, en cet endroit, pendant la période maestrichtienne ; ainsi, à Stockhem, le contact du Maestrichtien inférieur sur la craie blanche sénonienne se montre, sur les deux rives, à l'altitude + 115.

La faille de Fauquemont mentionnée, notamment, par Staring, Binkhorst, Bosquet et Ubaghs, ne peut être considérée comme le

prolongement de celle que nous envisageons ; c'est une cassure transversale de direction sensiblement Est-Ouest.

Failles entre Orsbach et Vetschau.

L'assise de Herve, cachée sous la craie, sur la rive droite du Selzer-beek, affleure directement sous l'étage maestrichtien, aux environs de Laurensberg, ce qui fait présager, entre ces deux points, l'existence d'une faille cachée sous le limon et les roches maestrichtiennes. Examinons les preuves de son existence.

Quant on se rend d'Orsbach Prusse) à l'ancien moulin à vent de Vetschau, on traverse un plateau couvert de limon, s'étendant, vers le Nord-Ouest jusque Simpelveld. En quittant Orsbach, on se trouvait sur la craie sénonienne ; en arrivant au moulin, on aperçoit d'anciennes exploitations de tufeau maestrichtien inférieur (*Ma*) d'une profondeur de trois à quatre mètres ; ce tufeau est bien visible dans une petite coupe au sommet du chemin creux conduisant au moulin.

Quelques mètres plus bas, on voit le sable de l'assise de Herve affleurant le long du même chemin, dans la direction de Nierstein ; on peut en constater une épaisseur notable. Entre l'assise de Herve et l'étage maestrichtien, l'on n'aperçoit pas la craie, qui semble faire défaut ici. En cet endroit, le sable de Herve s'élève jusque 210 mètres, alors que, suivant la direction des couches, la craie à silex noirs est visible, à Orsbach, à la cote + 200 et descend jusque celle de + 175, où se trouve son contact avec la craie sans silex.

Il paraît donc indiscutable qu'une faille existe entre Orsbach et Vetschau ; cherchons à préciser son emplacement.

L'absence de l'assise de Nouvelles, constatée à Vetschau, est indiscutable aussi à Simpelveld et à Bongaardhof, près de Bocholtz. Un puits creusé dans la gare de la première de ces localités, à la cote + 151^{m}.60 a montré que, sous trois mètres de craie maestrichtienne, se trouve du sable glauconifère de l'assise de Herve, dont le sommet est donc à 148^{m}.60 d'altitude (1). Un puits creusé au NE. de Bongaardhof a également rencontré le même sable sous le Maestrichtien, à la profondeur de 16 mètres, et un forage exécuté dans le voisinage, en 1856, par la *Nederlandsche Bergwerkvereeniging*, y a pénétré de 9 mètres sous 22 mètres de tufeau *Ma*, puis

(1) Staring. *Loc. cit.*, t. II, p. 357.

a été abandonné. Les cotes de l'orifice du puits et du forage et leur emplacement exact ne sont pas connus, mais on peut estimer approximativement les premières à 160 m. et 170 m., de telle sorte que le toit de l'assise de Herve s'y trouverait respectivement à 144 m. et à 149 m. d'altitude.

Les affleurements et les sondages connus ne peuvent rien apprendre de plus sur le contact de l'assise de Herve et du Maestrichtien, mais quelques forages de recherche de houille nous font connaître le niveau de la tête du Houiller, qui pourra nous guider.

Le toit du Primaire se trouve, au sondage n° 41, effectué à Bosschenhuizen (Simpelveld), à la cote — $0^m.43$; alors qu'aux forages n° 23 et 45, voisins l'un de l'autre, à Weg Bocholtz (Simpeldveld), il est respectivement aux niveaux + $29^m.41$ et + $27^m.80$ et qu'à la recherche n° 7, dans le village de Bocholtz, il se trouve à une altitude de + $89^m.55$. Ces quatre travaux accusent donc une pente de 30 mètres par kilomètre, environ, pour le toit du Houiller.

Plus au Sud-Est, sur le territoire allemand, trois puits ont été effectués contre le chemin d'Orsbach à Vetschau, au niveau de 210 m., et ils ont atteint le terrain houiller à 120 m. de profondeur, soit à la cote + 90 m.; en admettant, pour la surface de ce terrain, le pendage que nous venons d'indiquer, on aurait dû la rencontrer à la cote + 120 m. au moins.

Il en résulte qu'une faille passe entre ces trois points, d'une part et les forages n°s 41, 23, 45 et 7, d'autre part. Par erreur, elle figure sur la carte comme passant au NE. du n° 41; en réalité elle se trouve au SW. de ce point.

Plus vers le SE., son emplacement peut être exactement indiqué, entre Wildbach et Seffent, sur le territoire allemand; car, sur la rive gauche d'un ruisseau, en face du moulin à huile, on voit un contact du sable d'Aix-la-Chapelle et de la craie blanche de l'assise de Nouvelles, et ce contact correspond à une dépression SE.-NW., suivant laquelle nous avons fait passer la faille.

Il est probable, qu'une autre cassure se trouve entre celle que nous venons de mentionner et le Selzer-beek.

En effet, la craie graveleuse, étant à la cote + 125 environ à Goedenraad, se montre au niveau de + 150 m. à la gare de Simpelveld, dans le puits. On pourrait en conclure que la faille que nous venons de décrire passe à l'ouest de cette dernière localité.

Mais, étant donné le parallélisme relatif des cassures connues, on peut supposer qu'il se trouve encore un accident géologique entre Goedenraad et Simpelveld, orienté comme les autres failles de cette contrée. Un fait déjà mentionné confirme cette manière de voir. La dénivellation qu'a subie la couche coquillière au SW. de Seffent, est due, très probablement, à cette faille.

A ce dernier endroit, son rejet n'est plus que de quelques mètres ; elle paraît donc se terminer vers le SE. L'observation que m'a faite M. Forir, que cette faille se continue toutefois jusqu'à Neue-Haus, sur la chaussée d'Aix-la-Chapelle à Vaals me paraît très fondée. En effet, on trouve à Weingartsberg le facies normal du sable de l'assise de Herve, *Cp2b*, tandis qu'à la gare de Templerbend, cette assise est réduite à une couche très mince de gravier de base *Cp2a*. A Neue-Haus, la craie repose sur le sable de l'assise d'Aix-la-Chapelle, le gravier *Cp2a* est réduit à rien en ce point. La faille devra donc passer à l'ouest de cet endroit.

Faille de l'Eijser-beek.

Quoique je sois convaincu de l'existence d'une faille dans la vallée de l'Eijser-beek, au SE. de Simpelveld, je n'ai pas cru devoir la figurer sur la carte, la présence de cet accident ne me paraissant pas suffisamment démontrée.

Examinons sur quelles probabilités j'étaie ma manière de voir.

L'étage maestrichtien a été exploité à la cote + 176 dans une carrière située à l'ouest de Molsberg. A l'est de cette localité, à Roodeputs, au contraire, le Tertiaire s'observe à une altitude inférieure à + 162 m., vraisemblablement à + 160 m. et cette même formation descend, à Simpelveld, à la cote + 157, sans qu'on puisse en apercevoir la partie inférieure.

La dénivellation constatée entre le Tertiaire et le Maestrichtien semble bien due à une faille qui serait exactement dans le prolongement de la partie SE. de la vallée de l'Eijser-beek.

A Vlengeldaal, le tufeau maestrichtien inférieur se trouve à la cote + 199 ; vers le NE., le Tertiaire affleure déjà au niveau de + 175 m.

Si l'on prolonge vers le SE. la direction supposée de la cassure, on s'aperçoit que celle-ci passerait entre Seffent et Wildbach, en Allemagne, c'est-à-dire en un point où un accident de l'espèce

est rendu indiscutable, d'une part par le contact de l'assise d'Aix-la-Chapelle au NE. avec l'assise de Nouvelles au SW., d'autre part par le contact de l'assise de Herve, existant dans la région septentrionale, avec le Maestrichtien visible dans la région méridionale. Il est donc possible que le raccordement que nous avons figuré de l'accident de ce point avec la faille septentrionale comprise entre Orsbach et Vetschau soit erroné et que cet accident doive être raccordé avec la faille hypothétique de l'Eijser-beek.

S'il en est ainsi, la dite faille septentrionale vient à disparaître et la méridionale peut être supposée suivre la trajectoire suivante : passant entre Goedenraad et la gare de Simpelveld, elle se dirige vers le SE., entre Bocholtz d'une part, Vlengeldaal et l'emplacement des trois puits à la frontière d'autre part, ensuite par le point où la couche coquillière montre la dénivellation signalée près de Seffent, pour continuer dans la direction du Neue-Haus ou à peu près.

CHAPITRE IV.

Hydrologie.

Le sable de l'assise d'Aix-la-Chapelle est très aquifère; la sonde ne doit y pénétrer que de quelques mètres pour atteindre la surface de l'eau. Lorsque, comme dans la région méridionale de la vallée de la Geule, près de la frontière belge, le contact de ce sable sur le terrain houiller se trouve au-dessus du fond de la vallée, on voit des sources se produire à la rencontre des deux terrains.

Le sable inférieur de l'assise de Herve est généralement pauvre en eau; cependant on y rencontre de l'eau ferrugineuse aux environs de Vaals, où elle semble ne former qu'une nappe unique avec celle du sable sénonien inférieur.

L'argilite de la même assise peut être considérée comme un niveau très imperméable ; lorsque, comme au sud de Vaals, elle alterne avec des niveaux de sable un peu argileux, ceux-ci donnent naissance à quelques suintements sans grande importance, à flanc de coteau ; cependant, leur insignifiance paraît due à la résistance qu'elles rencontrent dans la couche de limon très argileux recouvrant le flanc de la colline, car, dans les puits du voisinage, l'eau jaillit généralement jusqu'à une certaine hauteur quand on perce la couche d'argilite qui la retient captive. La forme lenticulaire des bancs d'argilite intercalés dans le sable glauconifère est vraisemblablement la cause à laquelle il faut attribuer la variabilité du niveau de l'eau dans tous les puits de la région.

La craie qui surmonte l'argilite de l'assise de Herve constitue partout un important niveau aquifère, donnant naissance à de nombreuses sources dans la vallée de la Geule, notamment au nord d'Epen, à Bommerig, à Thiene, à Hurpesch, à Schwijberg, à Dal; on en rencontre également au même niveau dans la vallée du Lomberg-beek, à Gunsterberg.

Un puits foré au château de Capolder, au nord de Galoppe (Gulpen), a rencontré une nappe jaillissante sous 4 m. de limon et 3 m. de craie blanche.

Enfin, l'étage maestrichtien est aussi un excellent réservoir à eau, donnant naissance à des sources à Simpelveld et entre ce village et le hameau de Broek. A Schin-op-Geulle, un puits a été creusé dans les terrains suivants, d'après les renseignements qui m'ont été communiqués par le puisatier.

Cote du sol + 79. Limon 11 mètres. Craie dure à silex blonds. Craie grossière à silex, avec source jaillissante. Il s'agit certainement ici de couches appartenant au Maestrichtien inférieur, *Ma*, qui, comme nous l'avons dit, est formé d'une alternance de craie à silex, dure et friable.

Le niveau de l'eau n'est pas constant dans les carrières de tufeau de Fauquemont. Les variations sont très lentes et la différence d'altitude de la surface de la nappe serait de deux mètres. D'après une légende que nous n'avons pu contrôler, la périodicité des hauts et des bas niveaux serait de sept années. D'après des inscriptions visibles dans la carrière, au dire du propriétaire, le niveau aurait été maximum en 1816 et en 1848; il était ascendant en 1904.

CHAPITRE V.

Mouvements du sol. Géographie physique.

Ainsi que nous l'avons vu dans les chapitres précédents, l'orientation générale des failles de la région est SE.-NW. Ces cassures, ainsi que l'ont fait remarquer MM. M. Lohest, H. Forir et A. Habets, font partie d'un vaste système de fractures de même orientation, s'étendant, vers le NE., au delà de la plaine du Rhin et semblant avoir, dans la direction opposée, des représentants jusque dans la partie occidentale de la Campine.

Le territoire enclavé entre les failles extrêmes de ce système s'est effondré continuellement pendant les périodes comprises entre la sédimentation des couches houillères et la formation des dépôts quaternaires les plus récents. Il est possible que cet effondrement ait commencé pendant la période houillère même, et il semble se continuer encore de nos jours; mais les éléments d'appréciation que nous avons pu recueillir n'étant pas suffisants pour résoudre cet important problème, nous nous bornerons à l'étude des mouvements relatifs des différentes parties du territoire que nous envisageons.

En tenant compte de l'épaisseur relative des dépôts appartenant à l'assise d'Aix-la-Chapelle, on peut dire que l'affaissement de la région située au NE. de la faille de la Geule a été plus considérable, pendant la sédimentation de cette assise, que celui de la région située au SW.; le terrain houiller n'affleurant, dans le Limbourg hollandais, nulle part au NE. de la faille de Vijlen, nous ne pouvons rien présager en ce qui concerne l'accentuation des failles pendant le Sénonien inférieur, dans cette région.

Pendant la période hervienne, la descente du paquet de terrain situé au SW. de la faille de la Geule continue à être moins importante que celle du paquet du NE. Par contre, c'est le phénomène inverse qui se produit pour la faille de Vijlen, dont la lèvre SW. présente une notable épaisseur de dépôts de l'assise de Herve, alors que celle du NE. ne montre que deux mètres environ de

sédiments de cet âge, c'est-à-dire son gravier de base et, par places, un peu de sable glauconifère. La faille du Selzer-beek, de même que la faille méridionale entre Orsbach et Vetschau, ne semblent pas s'être accentuées pendant cette période, les sédiments de l'assise de Herve ayant la même importance de part et d'autre de ces accidents. Par contre, il paraît s'être produit un effondrement de la lèvre NE. de la faille septentrionale entre Orsbach et Vetschau, l'épaisseur des roches glauconifères y étant plus considérable qu'au SW.

L'époque de la sédimentation des assises de Nouvelles et de Spiennes ne paraît pas avoir été marquée par une modification sensible des failles de la Geule et de Vijlen; mais la craie étant beaucoup plus épaisse au NE. de la fracture du Selzer-beek qu'au SW., on peut en conclure que c'est pendant le dépôt des couches de cet âge, que cette faille s'est le plus accentuée, sa lèvre NE. s'affaissant plus que sa lèvre SW. Il semble même que la région située au SW. a été émergée, partiellement tout au moins, vers la fin de l'ère sénonienne et que sa désagrégation, soit par la mer, soit par les eaux de ruissellement, a fourni les matériaux de la craie remaniée que l'on observe au NE., c'est-à-dire de la craie coquillière du Schneeberg et de Wahlwijlre (craie graveleuse de Staring). Ce sont vraisemblablement des vestiges presque en place des couches désagrégées que l'on retrouve également au voisinage d'Epen. L'absence de craie entre le Maestrichtien et l'assise de Herve dans la série des couches du NE. de la faille septentrionale passant entre Orsbach et Vetschau, ou de celle de l'Eijser-beek, dénote également un affaissement du territoire du SW. et vraisemblablement une émersion du paquet de terrain du NE.

Les périodes maestrichtienne et tertiaire ont vu s'accentuer cette dernière faille de l'Eijser-beek, dont la lèvre NE. s'est affaissée par rapport à la lèvre SW., à en juger par l'altitude respective des formations tertiaires de part et d'autre.

Enfin, il existe des indices que certaines des fractures de la région, sinon toutes, ont continué à s'accentuer pendant le Quaternaire; nous n'en donnerons comme preuve que la dénivellation du cailloutis campinien entre Mariadorf et Hœngen, au nord-ouest

d'Eschweiler, ce cailloutis se trouvant à un niveau de quarante mètres plus élevé dans la première de ces localités que dans la seconde, alors que la surface du terrain houiller est dénivelée de quatre cents mètres entre ces deux points.

C'est vraisemblablement à l'existence des cassures que nous avons signalées qu'est due la direction générale SE.-NW. des cours d'eau de la région. Quant à la direction E.-W., dominant après la précédente, elle est peut-être due également à des fractures secondaires, analogues à celle que l'on voit dans les carrières souterraines du sud de Vieux-Fauquemont; il en est peut-être de même aussi de la portion du cours de la Gulpe orientée SW.-NE. Mais il semble que les cassures secondaires, transversales, ont une étendue moindre que les failles principales, contre lesquelles elles paraissent se terminer.

Les plateaux sont la forme dominante du sol dans la région. Cette disposition semble avoir été favorisée par l'horizontalité ou la faible inclinaison des couches et par leur résistance presque égale à l'action érosive des agents atmosphériques. Ces plateaux sont généralement couverts de silex et ne supportent que de très faibles épaisseurs de limon ; cette formation fait même entièrement défaut sur de grands espaces. Dans ce cas, les cultures disparaissent, la végétation devient rabougrie ; les arbres n'existent plus, à l'exception de maigres bouleaux ; les fougères sont très abondantes, mais de petite taille et la bruyère envahit le pays.

L'aspect change encore quand les plateaux sont couverts de sable tertiaire, favorable au développement des conifères, qui y forment des bosquets ou même de véritables forêts.

Quelques observations sur le levé géologique de la région traversée par la faille eifélienne, entre Chokier et Hermalle-sous-Huy,

PAR

René d'Andrimont (1).

(Planche VII).

Introduction.

A la demande de M. Max. Lohest professeur de géologie à l'Université de Liége j'ai fait, dans le courant de l'année 1904, le levé géologique de la région traversée par la faille eifélienne entre Chokier et Hermalle-sous-Huy.

La communication sur ce sujet, que j'ai l'honneur de vous présenter, se rattache au travail qu'il vient de publier tout récemment dans nos *Annales*, en collaboration avec M. P. Fourmarier, sur le raccordement du Calcaire carbonifère de Chokier avec celui de la Vesdre.

Je ferai ressortir, dans le cours de cet exposé, les observations qui ne concordent pas avec celles de M. X. Stainier, l'auteur du levé de la feuille 133 correspondante de la Carte géologique de Belgique au 40 000e. Mon interprétation diffère également quelque peu de la sienne.

Description des terrains rencontrés.

Silurien. — Il nous paraît impossible d'y établir des subdivisions appréciables. Nous n'avons pu retrouver aucun affleurement entre ceux de Hermalle-sous-Huy et celui de l'ouest du pont d'Engis. Encore, celui-ci est-il loin d'être caractéristique.

Gedinnien du nord du bassin de Dinant. — Il n'y a rien de particulier à en dire. La succession bien connue se retrouve partout: poudingue, grès et psammites noduleux, interrompus par quelques assises de schistes bigarrés.

(1) Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

Coblencien du nord du bassin de Dinant. — Le premier étage est nettement gréseux. Le second est beaucoup plus schisteux.

Il existe, à la limite de ces deux étages, une zone de schistes et de grès violacés, très caractéristique pour la région étudiée, et qui peut servir d'horizon géologique sur toute l'étendue de ce levé.

Ces roches violacées se retrouvent au tournant de la route du Bois-Madame, le long de celle qui descend de Haponry vers Clermont, et au tournant de celle-ci avant d'atteindre cette localité.

Ce dernier affleurement avait été pris par M. Stainier pour du Couvinien.

Comme c'est le seul que j'ai pu retrouver, parmi ceux indiqués comme Couvinien sur la feuille géologique au 40 000e, je ne crois pas qu'après avoir attiré l'attention sur la présence de ces roches violacées dans le Coblencien de cette région, il soit encore possible d'admettre la présence si anormale du Couvinien au bord sud du bassin de Namur.

Ces roches rouges se retrouvent d'ailleurs encore au hameau des Granges et le long de la route d'Engis à Plainevaux, avant d'arriver à Sart-le-Diable.

Calcaires du Dévonien moyen et supérieur du sud du bassin de Namur. — Ceux-ci se trouvent dans toute la région, avec les mêmes caractères.

Le calcaire gris à polypiers, qui constitue la base de cette masse calcaire, passe au calcaire schisteux dans la partie moyenne et ensuite aux schistes noduleux à la partie supérieure. Vers le milieu, se trouvent des bancs de calcaire argileux à stromatopores, qui constituent un horizon caractéristique. Quelquefois, certains massifs de calcaire sont dolomitisés.

Famennien. — On retrouve presque toute la succession des couches de la vallée de l'Ourthe, mais les assises sont plus réduites.

Elles sont de mieux en mieux représentées, lorsqu'on s'avance de l'Ouest vers l'Est, c'est-à-dire en allant de la Mallieue à Clermont, en passant par la Nouvelle-Montagne, Engis, Chokier et le bois d'Engihoul. On reconnaît bien les schistes de Mariembourg à *Rhynchonella Dumonti*, l'assise stratoïde d'Esneux, les macignos et les schistes de Souverain-Pré. Ces derniers sont nettement caractérisés au tournant de la route qui descend d'Attine sur

Engihoul. On observe également les psammites gris et rouges de l'assise de Monfort en bancs peu épais, avec nombreuses intercalations schisteuses, enfin les psammites et schistes d'Evieux.

Nous avons considéré comme Famennien le petit lambeau de poussée qui se trouve vis-à-vis du pont d'Engis. Nous y avons retrouvé des blocs de grès noduleux et nous sommes plutôt portés à croire qu'il représente un lambeau de l'assise de Souverain-Pré broyé au contact d'une faille.

Calcaire carbonifère. — La base est presque exclusivement composée de dolomies; celles-ci passent insensiblement au calcaire vers le milieu de l'étage.

Il est cependant possible de considérer comme tournaisiennes les premières assises du Calcaire carbonifère. Voici, en effet, la succession que l'on rencontre :

Dolomies à crinoïdes.

Calcaire à crinoïdes, en quelques points seulement, notamment dans le bois d'Engihoul et le long de la route d'Engis à Plainevaux.

Dolomies à crinoïdes.

Il est impossible de délimiter le Tournaisien et le Viséen. Le facies dolomitique et crinoïdique diminue peu à peu. Les bancs supérieurs de cette assise peuvent être considérés comme dolomies viséennes.

Les subdivisions du calcaire viséen sont très peu nettes et très peu constantes. Tout au plus peut-on dire que la partie inférieure est plus cristalline. On y rencontre des *Productus cora* et beaucoup de crinoïdes.

La partie moyenne est composée de calcaire gris brun, d'un grain serré et fin. On y trouve quelques intercalations schisteuses. Les calcaires de la partie supérieure sont grenus. Au nord de la Meuse, on y rencontre quelques bancs de cherts noirs et quelques veinules d'anthracite, dans la carrière au nord de la Nouvelle-Montagne.

Failles. Structure de la région.

La faille de Seraing ne peut-être suivie au delà du Famennien, qu'elle met en contact avec les calcaires du Dévonien moyen et supérieur. Plus loin, elle se perd vraisemblablement dans le Silurien, caché par les alluvions modernes.

La faille d'Ivoz met en regard, à l'ouest du pont d'Engis, le Calcaire carbonifère et le Silurien. La présence du lambeau de Famennien du pont d'Engis indique qu'elle se bifurque; puis les deux branches se perdent sous les alluvions modernes.

Il est probable, cependant, que la branche méridionale longe l'escarpement qui limite la vallée.

La faille eifélienne peut être suivie en ligne droite depuis la route d'Engis à Plainevaux jusqu'au chemin de Clermont aux Granges ; à partir de là, une inflexion la ramène vers le Nord.

La direction du Gedinnien semble indiquer qu'elle reprend sa direction primitive lorsqu'elle atteint la vallée de la Meuse.

On pourrait également supposer que nous avons affaire, aux environs de Clermont, à un lambeau de poussée, à une écaille qui est venu recouvrir la faille eifélienne. Aucune observation ne permet cependant de confirmer cette hypothèse.

En deux endroits de la faille eifélienne, à la rencontre de la route d'Engis à Plainevaux et au-dessus du bois de Ramioulle, la faille est double et l'on peut observer un lambeau de Viséen de quelques mètres d'épaisseur, enclavé entre deux lambeaux de Coblencien.

Quant à la *faille de Clermont*, renseignée sur le levé de M. Stainier, nous n'avons fait aucune observation qui justifie son existence.

Si nous examinons maintenant l'ensemble des accidents géologiques, nous verrons qu'il semble exister des déplacements dans deux directions différentes.

Une poussée a amené les terrains plus anciens du Sud vers le Nord (faille eifélienne). Une autre a déplacé les lambeaux suivant un plan parallèle à la direction de la Meuse. La direction et surtout l'inclinaison des couches du lambeau de Chokier, du Famennien du pont d'Engis et du bois d'Engihoul, montrent nettement un décrochement horizontal. Il semble même que le déplacement d'un lambeau par rapport à l'autre ait été légèrement ascensionnel. Ce mouvement expliquerait la disparition du Famennien supérieur vis-à-vis du pont d'Engis.

La faille eifélienne est donc seule une véritable faille inverse. Nous avons tout lieu de croire que celle-ci s'applatit en profondeur, comme il a été observé pour d'autres accidents de ce genre et comme l'a notamment montré M. Fourmarier à l'est de Liége.

Nous tenons encore à faire observer que les inclinaisons et les directions de toute la succession des terrains depuis Clermont jusqu'à la route d'Engis à Plainevaux et au delà, indiquent nettement une selle qui se prolonge vraisemblablement à l'Est sous la faille eifélienne. Cette allure laisse supposer l'existence d'un second petit bassin houiller au sud du premier, comme l'ont fort bien fait ressortir MM. Lohest et Fourmarier.

Géographie physique.

Ce qui frappe à première vue, c'est que la Meuse suit exactement la direction de la selle du Silurien et ensuite celle de la faille eifélienne. Ce fait n'a rien de surprenant. Les schistes siluriens ayant offert moins de résistance à la désagrégation, la Meuse a fatalement suivi la direction de la dépression produite.

La vallée est limitée au Nord et au Sud par les premières roches résistantes qui succèdent au Silurien. Elle conserve à peu près la même largeur jusqu'au delà d'Engis, et c'est la raison qui milite en faveur de la présence du Silurien jusqu'en cet endroit.

La vallée se rétrécit ensuite à Chokier et, fait remarquable, c'est en cet endroit qu'elle atteint perpendiculairement et traverse un massif rejeté par la faille de Seraing, massif plus résistant, composé de grès et de calcaires. En aval de Chokier, la vallée s'épanouit de nouveau à son contact avec le Houiller plus tendre.

Si l'on examine quelques détails du relief de la région, on remarque d'autres particularités encore.

1°) Dans toutes les vallées secondaires qui aboutissent au nord de la vallée de la Meuse, les dépressions du sol, marquées par les inflexions des courbes de niveau, indiquent le passage des schistes du Famennien supérieur.

2°) Entre Chokier et la Fesnière, une brusque inflexion des courbes de niveau vers le Nord, correspond aux schistes du Famennien inférieur.

3°) Le bois d'Engihoul constitue un plateau surélevé de Famennien supérieur, composé en majeure partie de grès.

4°) A ce plateau succède au Sud une *vallée courte et large;* la vallée de Clermont. Cette vallée se superpose exactement aux schistes du Famennien inférieur.

Trois ruisseaux aboutissent à cette dépression. Leurs vallées se rétrécissent brusquement lorsqu'en les remontant, on pénètre dans le Famennien supérieur et dans le Coblencien.

Au point de vue hydrologique, on peut également faire quelques observations.

1°) Tout le long du contact entre les calcaires viséens et les schistes alunifères, le Viséen est rongé par la circulation de l'eau qui est plus intense au contact entre ces deux assises, à cause de l'imperméabilité des schistes.

2°) Le contact entre le Gedinnien, gréseux et perméable en grand, et le Silurien, schisteux et imperméable, est marqué par une ligne de petites sources.

LES DISLOCATIONS DU BASSIN DU CONGO.

I. Le Graben de l'Upemba,

PAR

J. CORNET (1)

PLANCHES VIII ET IX.

Première Partie :

INTRODUCTION

§ 1.

Si l'on en excepte le pays de l'Atlas, qui est comme un fragment de la région plissée du sud de l'Europe accolé à la grande table saharienne, le Continent africain tout entier se distingue par un caractère négatif important : absence complète de plissements de date tertiaire.

Dans la plus grande partie de la région désertique, les formations paléozoïques elles-mêmes ont généralement conservé des positions peu dérangées, alors qu'elles sont presque partout nettement plissées dans les portions plus méridionales du continent, depuis le Soudan jusqu'au Cap de Bonne-Espérance.

§ 2.

La constitution géologique du bassin du Congo et d'une grande partie des contrées qui s'étendent sous les mêmes latitudes peut se résumer comme suit (2).

(1) Mémoire présenté à la séance du 17 juillet 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la séance du 19 novembre 1905.

(2) Voyez : J. CORNET. Observations sur les terrains anciens du Katanga. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIV, 1896-1897.

— Les formations post-primaires du bassin du Congo, *Ibidem*, t. XXI, 1893-1894.

— Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. X, 1896.

— Etudes sur la géologie du Congo occidental entre la côte et le confluent du Ruki. *Ibidem*, t. XI, 1897.

— La géologie du bassin du Congo, d'après nos connaissances actuelles. *Ibidem*, t. XII, 1898.

Des portions de ces régions sont occupées par des terrains rattachés à l'Archéen, accompagnés de massifs granitiques parfois très étendus. Sur des espaces considérables, surtout dans les parties périphériques du bassin du Congo, règne un ensemble de formations primaires divisible en plusieurs systèmes en discordance entre eux et d'autant plus fortement plissés qu'ils sont plus anciens. Vers le haut de cette série, les plissements s'atténuent et le Primaire se termine par des grès et des schistes rouges, avec des conglomérats et des calcaires, en épaisses assises relativement peu dérangées. Ce sont mes *Couches du Kundelungu*.

Les massifs primaires, qui ont dû constituer autrefois des reliefs prononcés, ont été réduits, comme les régions archéennes et granitiques, à des plateaux surbaissés, œuvre de longues érosions continentales.

En discordance sur tous les terrains plus anciens, depuis l'Archéen jusqu'aux Couches du Kundelungu, s'étend une formation puissante de grès peu cohérents, accompagnés, dans certaines régions, de schistes argileux, tendres. Ces assises, que je considère comme d'origine continentale et dont j'ai fait mon *Système du Lubilache*, occupent d'immenses étendues dans le bassin du Congo et présentent une allure relativement très régulière.

Les formations secondaires et tertiaires d'origine marine font, dans l'état actuel de nos connaissances, absolument défaut dans l'Afrique équatoriale et australe, en dehors de la région côtière, où elles sont représentées par des dépôts jurasiques, crétaciques et tertiaires. Ces couches ne s'étendent pas, du côté occidental, au-delà de la bordure basse péricontinentale, mais elles pénètrent assez loin dans l'intérieur de l'Afrique orientale.

§ 3.

A cette absence de bassins de sédimentation marine d'âge secondaire ou tertiaire, correspond, dans toute cette partie de l'Afrique, une absence pour ainsi dire absolue de plissements post-primaires.

Depuis les mouvements orogéniques qui ont, au sud du Sahara, disloqué les terrains primaires les plus récents, le sol de l'Afrique

n'a plus subi de plissements proprement dits [1]. Il a résisté aux tensions tangentielles de l'époque tertiaire qui, dans l'Eurasie et les Amériques, se sont traduites par l'érection d'énormes bourrelets montagneux.

Par contre, les déplacements verticaux se sont manifestés en Afrique, avec une puissance remarquable, depuis l'époque secondaire jusqu'à des temps très rapprochés de nous.

Les plus importants de ces mouvements sont ceux qui ont isolé l'Afrique dans ses contours actuels. Le continent montre, en maints endroits du pourtour, les cicatrices laissées par l'effondrement de la plus grande partie de l'ancien Continent austral. Ces phénomènes se sont répartis sur une période très longue. Aux latitudes de la Colonie du Cap, ils ont eu lieu après le dépôt des Couches de Stormberg, et des dépôts marins néo-jurassiques sont connus le long de la côte orientale, depuis la Colonie du Cap (Couches de Sunday River à *Trigonia ventricosa*) jusqu'en Abyssinie. D'autre part, la mer secondaire n'est arrivée sur le littoral du Gabon qu'à l'époque de *Schlœnbachia inflata*.

Sur la surface même du plateau africain, de vastes régions se sont affaissées, amenant la formation de dépressions destinées à devenir les grands bassins hydrographiques de l'intérieur.

Une troisième catégorie de dislocations dues aux tensions radiales consiste dans la production de gigantesques fractures, orientées dans des directions voisines du méridien et délimitant des zones allongées qui sont descendues entre les lèvres de failles sensiblement verticales. Les unes se rapprochent de la forme schématique du « Graben » simple; les autres sont plus compliquées, tout en ne cessant pas d'affecter une disposition en zone et une direction méridienne.

§ 4.

En 1891, M. E. Suess, utilisant les résultats acquis à cette époque et particulièrement les documents rapportés par M. L. von Höhnel de l'expédition du comte S. Teleki, a donné, de ces dislocations dans l'Afrique orientale, une admirable description et une synthèse

[1] Dans la Colonie du Cap, les Couches de Beaufort, rapportées au Trias, sont intéressées par les plissements du Système du Cap, antérieurs, en tous cas, aux Couches de Stormberg, qui sont liasiques (Voir S. PASSARGE. Die Kalahari, pp. 57 et suiv.).

lumineuse [1]. Les explorations plus récentes et des levés détaillés, tel que celui du chemin de fer de l'Uganda, ont confirmé d'une façon éclatante les vues d'ensemble de l'illustre géologue de Vienne et ont montré leur application intégrale au grand Graben de l'Afrique centrale, où s'alignent les lacs Tanganyika, Kivu, Albert-Edouard et Albert [2]. On sait aujourd'hui que, du voisinage de la région côtière jusqu'au Tanganyika, le sol du vieux plateau africain est traversé dans le sens nord-sud par une série de dislocations grandioses dont les plus importantes sont précisément celles du *Graben central* ou du Tanganyika et le *grand Graben est-africain* que la mer rouge, le golfe d'Akaba, la vallée du Jourdain, etc. prolongent vers le Nord jusqu'au contact des premiers plis tertiaires du système eurasiatique.

§ 5.

Il semblerait donc, d'après ce qui précède, que le morcellement méridien du sol de l'Afrique se soit arrêté au Tanganyika et que la région qui s'étend à l'Ouest, c'est-à-dire le bassin du Congo, ait été exempte de ces dislocations qui ont découpé toute la partie orientale du continent.

Nous allons montrer, au contraire, que l'on trouve dans l'intérieur du bassin du Congo, à l'ouest du Tanganyika, des dislocations du type des Gräben qui le cèdent à peine en importance transversale, sinon en extension nord-sud, aux accidents analogues situés sous les longitudes plus orientales.

§ 6.

Si l'on jette les yeux sur une carte du bassin du Congo et que l'on examine la direction générale des cours d'eau, on ne peut manquer d'être frappé par l'orientation que présentent les rivières dépendant du bassin hydrographique du Kassai, depuis le Kwango à l'Ouest jusqu'au Luembe à l'Est. Sur une étendue de 750 kilomètres en longitude et une distance de 650 kilomètres du Sud au Nord, on voit douze ou quinze rivières importantes, dont plusieurs

(1) E. SUESS. Die Brüche des östlichen Afrika. *Denks. d. k. k. Ak. d. W. Wien*, 1891.

(2) M. L. Zels publiera prochainement une étude sur les progrès qu'ont faits nos connaissances sur les dislocations de l'Afrique orientale, depuis l'apparition du célèbre travail de M. E. Suess.

n'ont que peu de rivaux parmi les fleuves d'Europe, couler vers le Nord, en présentant dans l'ensemble un remarquable parallélisme, puis tomber dans un tronc de direction générale est-ouest, qui mène leurs eaux vers le Congo.

Ce riche faisceau des tributaires du Kassai est sensiblement parallèle aux dislocations du Tanganyika et de l'Afrique orientale; il est aussi, *grosso modo*, parallèle à la côte orientale du continent. Si l'on se bornait à l'examen des cartes (1), on serait tenté de considérer l'orientation de ces rivières comme étant en rapport avec un système de fractures disposées dans le même sens, système qui continuerait, vers l'Ouest, la serie des grandes failles de l'Afrique orientale et du Tanganyika.

On se tromperait étrangement.

Les études géologiques que j'ai eu l'occasion de faire le long des rives du Luembe, de la source au confluent, de celles du Lubichi et du Lubilache, de même que les renseignements que j'ai pu rassembler sur la région qui s'étend plus à l'Ouest, jusqu'au Koango, ne confirment pas cette hypothèse, si séduisante *a priori*.

La plupart de ces rivières coulent dans des vallées d'érosion bien accusées, parfois assez fortement encaissées, ouvertes dans un plateau légèrement incliné au Nord, formé par les couches régulières du Système du Lubilache. Les vallées arrivent parfois jusqu'au substratum ancien, le plus souvent granitique, d'autres fois constitué par les Couches du Kundelungu ou les terrains paléozoïques. Nulle part, nous ne trouvons d'indices de dislocations du substratum ni du revêtement discordant, pouvant être mises en rapport avec l'emplacement des vallées.

On ne doit voir, dans l'orientation uniforme de ces rivières, qu'un effet de la pente du terrain sur lequel elles ont pris naissance à mesure du retrait vers le Nord des eaux du bassin où se sont déposées les Couches du Lubilache. En d'autres termes, les affluents du Kassai et le Kassai lui-même sont des rivières *conséquentes* qui doivent leur orientation identique à des conditions communes, dans lesquelles les fractures du sol n'interviennent pas.

(1) Dont, d'ailleurs, les levers de l'avenir modifieront peut-être beaucoup l'aspect, en ce qui concerne le parallélisme des rivières du Kassai.

Je reviendrai plus tard sur une dislocation d'une certaine importance qui existe dans le bassin du Kassai, mais dans une direction perpendiculaire à celle des rivières.

§ 7.

Les accidents sur lesquels je voudrais d'abord attirer l'attention se rencontrent dans la partie sud-est du bassin du Congo, dans la région, à limites peu définies, que l'on appelle le *Katanga*.

On peut donner, de cette partie du bassin, une définition nette, en disant qu'elle répond aux territoires de l'Etat indépendant du Congo, constituant le bassin hydrographique du Lualaba, en amont du confluent de la Lukuga (la rivière émissaire du Tanganyika.)

Le Katanga ainsi compris est la partie du bassin du Congo dont la composition géologique est la plus variée et celle où le relief du sol est le plus tourmenté.

Ce relief contraste singulièrement, tant par le caractère accidenté que par les altitudes absolues, avec la région qui s'étend à l'Ouest et forme les bassins du Lomami et du Kassai.

Les grands traits topographiques du Katanga se relient directement à ceux qui bordent le Tanganyika à l'Ouest. Les rivières (Luapula, haut Lualaba, Lufila, etc.) y subissent, dans leur cours, d'énormes dénivellations, descendant pour ainsi dire en escalier, de leur bassin supérieur dans la dépression où coule le Lualaba-Kamolondo (¹).

Tous ces faits donnent au relief et à l'hydrographie du Katanga une apparence de *jeunesse* qui ne se retrouve nulle part dans le bassin. Et cependant, comme les Couches du Lubilache, qui couvrent les contrées du Nord et de l'Ouest, ne se sont pas étendues dans le Katanga proprement dit (²), cette région est une des parties de l'Afrique qui sont livrées depuis le plus longtemps aux érosions continentales. On devrait donc s'attendre à y trouver les pentes et les thalwegs parfaitement régularisés.

Il faut que des causes étrangères aux agents externes soient intervenues, pour rendre à ce pays un relief accidenté que la

(¹) Cf. A.-J. Wauters. Le relief du bassin du Congo et la genèse du fleuve. *Mouv. géogr.*, 13 mai et 24 juin 1894.

(²) Je n'en ai, du moins, trouvé aucun vestige.

marche régulière de l'érosion non contrariée aurait dû aplanir depuis longtemps.

Ces causes ne peuvent être que des phénomènes de dislocation.

Les explorations géologiques auxquelles je me suis livré dans ces régions et dont les résultats ont été publiés dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (1), jointes aux documents relevés par divers explorateurs, permettent aujourd'hui de reconnaître l'existence, dans le Katanga, d'une série de dislocations importantes.

§ 8.

Les plus remarquables, sans conteste, sont celles qui ont créé la large et profonde dépression où coule le Lualaba-Kamolondo, dans la région des lagunes fluviales, entre le confluent du Lubudi et celui du Luapula.

C'est ce que j'appellerai le *Graben de l'Upemba*, du nom de la plus importante de ces lagunes.

Je vais en donner une description qui aura pour base mes propres observations, auxquelles je rattacherai les données fournies par quelques autres explorateurs, MM. P. Reichard, P. Briart, Cl. Brasseur, etc.

Le relief et l'hydrographie de cette partie du bassin du Congo ont déjà fait l'objet de plusieurs études excellentes de M. A.-J. Wauters (2) et nous pouvons dire ici que notre ami a admirablement compris les grands traits de la géographie physique de ces régions. Il a, le premier, mis en évidence la continuité du relief remarquable qui borde, du côté de l'Est, la vallée du Lualaba dans la région des lagunes (*monts Mitumba*).

---

(1) Voir la note de la page 205.

(2) A.-J. Wauters. Le relief du bassin du Congo et la genèse du fleuve. *Mouv. géogr.*, 13 mai et 24 juin 1894.

— L'Urua, pays des Balubas. *Ibidem*, 21 mars et 4 avril 1897.

— L'état indépendant du Congo, chapitres X et XII. Bruxelles, 1900.

Deuxième Partie :

EXPOSÉ DES FAITS.

§ I.

Je commencerai par décrire les faits constatés sur notre itinéraire à travers le Graben de l'Upemba et les massifs qui le limitent à l'Ouest et à l'Est (voir profil et coupe géologique fig. 1, pl. IX). Je renvoie à la carte qui accompagne mon travail sur les formations post-primaires (t. XXI de nos *Annales*), pour ce qui concerne cet itinéraire. Pour l'ensemble de la région étudiée, on pourra consulter une carte récente telle que la feuille *Congo* de l'Atlas de Stieler (9e édition), la *Carte de l'Etat indépendant du Congo* de M. A.-J. Wauters (1900) ou la *Carte du Katanga* de M. Droogmans (1903), dont je reproduis un extrait (pl. VIII).

Les *cotes d'altitude* données dans ce qui suit se rapportent à la *surface du lac Kabélé*, située à 620 mètres au-dessus du niveau de la mer. La même surface est prise comme plan de comparaison dans le profil (fig. 1, pl. IX).

Le 7 janvier 1892, nous quittons notre campement situé sur la rive droite du Luvoï [1] et nous nous mettons en route vers le Sud-Est.

Quittant les alluvions du Luvoï, à l'altitude relative (au-dessus du lac Kabélé) de + 50 m., nous marchons d'abord sur un plateau peu élevé au-dessus du niveau de la rivière ; puis nous passons à des collines un peu plus hautes. Sur ces collines, on rencontre des blocs de schistes noirâtres ou altérés en rouge et de grès à grain fin, rouge foncé, cohérents. Je range ces roches dans mon *Système du Kabélé*.

Bientôt, nous nous élevons rapidement, en marchant à flanc de côteau sur un des côtés de la vallée d'une rivière torrentielle qui descend vers le Luvoï. C'est le versant nord-ouest des *monts Hakansson*. Dans le lit du torrent, on trouve de nombreux blocs de granite à biotite et quelques blocs de diabase. Le granite est quelquefois de structure nettement gneissique. Certains blocs présentent un granite pauvre en mica.

[1] Le Luvoï se jette dans le Lualaba immédiatement en aval du lac Kisale.

La route aboutit à un *haut plateau*, accidenté, mais *horizontal dans l'ensemble*, couvert d'une argile gris clair et d'une arène grossière [1], perçées çà et là de bosses granitiques. On continue à rencontrer des blocs isolés de diabase. Près du village de Mumpassi, on voit cette roche intercalée dans le granite à biotite en un dyke vertical, dirigé exactement Nord-Sud et d'un mètre environ d'épaisseur. Mumpassi est à l'altitude relative de 278 m.

Au sud de Mumpassi, le plateau continue de régner, couvert d'argile et d'arène ; le granite y affleure en grosses masses arrondies, recouvertes souvent d'épaisses écailles concentriques [2]. Près du village de Lubombo (altitude relative 378 m.), il forme des rochers élevés, visibles de loin, consistant en accumulations de gros blocs arrondis. La roche est à grain plus ou moins fin ; des blocs de quartz, souvent tourmalinifère, sont abondants à la surface du sol ; on en voit affleurer des veines épaisses intercalées dans le granite.

Au sud du village de Lubombo, on pénètre dans le bassin hydrographique du lac Kabélé. En même temps, le caractère topographique et la nature géologique du pays changent brusquement. Le plateau granitique mamelonné fait place à une région très accidentée, constituée par une série de crêtes alignées à peu près du Nord-Ouest au Sud-Est, offrant un versant escarpé vers le Nord-Est et un versant en pente plus douce vers le Sud-Ouest. L'altitude des crêtes s'accroît d'abord jusqu'à la cote relative de 410 mètres, puis diminue rapidement à mesure qu'on s'avance vers le lac Kabélé.

Ce pays est constitué par une formation primaire dont j'ai fait le *Système du Kabélé*. Les roches que l'on rencontre d'abord consistent en schistes noirâtres, rougeâtres, ou décolorés en jaunâtre, tantôt exclusivement argileux, tantôt gréseux et psammitiques, en grès cohérents, rougé foncé, les uns à gros grain, les autres à grain fin, passant à des quartzites très cohérents, gris ou gris blanc. D'une façon générale, les roches schisteuses et les grès rouge brun prédominent vers le Nord-Ouest, tandis que les quartzites gris clair deviennent plus abondants vers le Sud-Est.

(1) Ce sont là les produits ordinaires de l'altération du granite.

(2) Ces écailles des affleurements granitiques, dues aux variations de température, ont été fréquemment signalées en divers pays.

Ces roches sont en couches dirigées environ N. 40° W. et inclinées selon des angles voisins de 30° vers le N. ou vers le S. La réapparition fréquente des mêmes roches indique qu'il existe là une série de plis répétés.

Dans la partie sud-est des monts Hakansson, la direction des couches se rapproche davantage de nord-sud et l'inclinaison, très forte, tantôt E., tantôt W., est souvent voisine de la verticale. Dans cette région, la roche dominante est un quartzite gris clair ou blanchâtre, très cohérent, se débitant en parallélipipèdes irréguliers, et les schistes argileux disparaissent. A l'endroit où notre itinéraire aboutit au lac Kabélé, le quartzite est gris blanc ou blanc bleuâtre, à gros grains hyalins ou opalins ; les couches sont verticales et orientées Nord-Sud.

Dans la région où dominent les quartzites gris ou blanchâtres, on rencontre sur le sol un grand nombre de gros blocs de diabase dont je n'ai pas vu le gisement. Les veines de quartz blanc sont nombreuses dans cette région.

Comme je viens de le dire, les monts Hakansson présentent, non loin du village de Lubombo, dans la partie constituée par les couches du Kabélé, une altitude de 410 mètres au-dessus du lac Kabélé. C'est la cote la plus élevée que nous ayons constatée dans le massif situé à l'ouest du Graben du haut Lualaba (1). Plus loin, nous avons observé une hauteur de 403 mètres, puis une autre de 398 mètres.

Ce dernier point est très intéressant. C'est celui qui est désigné sur le profil par les mots : *vue du Kabélé.* Il marque le commencement de la pente rapide que présente vers l'Est la partie principale des monts Hakansson.

Un panorama grandiose est visible de cet endroit. Regardant vers l'Est, nous avions devant nous l'immense dépression du Graben, dont le fond est occupé par la plaine alluviale du Lualaba-Kamolondo. Nous voyions au loin le fleuve y décrire ses méandres, soulignés par les palmiers des rives. Au bas de la pente

(1) Au nord et au sud de notre itinéraire, on aperçoit des sommets beaucoup plus élevés. On comprend que les sentiers indigènes que nous suivions ne passent pas par les points culminants, mais cherchent, autant que possible, les cols. C'est pourquoi notre coupe ne peut avoir la prétention de représenter le relief des monts Hakansson. Elle ne figure que le profil de notre itinéraire.

que nous dominions, s'étendait la surface du lac Kabélé ; plus loin, de l'autre côté du fleuve, on distinguait celle du Kabué ; vers la gauche miroitait la vaste nappe du lac Upemba et son annexe, le Molenda, plus proche de nous. L'horizon était borné au loin, vers l'Est, de l'autre côté de la grande vallée, par les hauteurs bleuâtres du versant oriental du Graben, dont les premières pentes semblaient distantes de 50 à 60 kilomètres du point d'où nous dominions la plaine basse.

De ce point, une pente rapide mène au village de Mukiyombo (altitude relative 138 m.). J'ai eu l'occasion de faire, en route, une observation que je n'ai pas mentionnée plus haut, parcequ'elle ne concerne pas la géologie proprement dite des monts Hakansson, mais qui a une grande importance au point de vue de l'histoire du Graben. A l'altitude d'environ 248 mètres au-dessus du Kabélé, au point indiqué sur le profil, se présente un conglomérat, très cohérent, de volumineux galets bien roulés des roches quartzeuses de ces collines. Les galets uniformément arrondis, atteignant le volume de la tête, n'ont pas les caractères d'un cailloutis fluvial. Ils ne se présentent en masse cohérente que sur une zone très limitée en altitude, mais paraissant, d'après ce que j'ai pu voir, continue dans le sens des courbes de niveau.

A partir de Mukiyombo, nous marchons sur un plateau, accidenté de ravins, formant une sorte de plateforme entre le fond de la vallée et l'escarpement principal des monts Hakansson ; puis une pente rapide nous mène au fond de la dépression du Graben et nous atteignons la rive du Kabélé au village de Kisanga.

§ 2.

Les nappes d'eau que l'on désigne sous les noms de lacs Kabué, Kabélé, Upemba, etc., appartiennent au type des *lagunes fluviales;* mais ce sont des lagunes fluviales d'un genre particulier. On donne habituellement ce nom à des restes d'anciennes boucles séparées du cours d'une rivière par l'évolution naturelle des méandres (1). Dans le cas qui nous occupe, il s'agit des restes d'un lac envasé par les alluvions du Lualaba et de ses affluents. Si l'on désire absolument leur trouver une place dans la systématique des lacs, on pourra les ranger parmi les *Einschwemmungsseen* (2).

(1) von Richthofen. Führer, § 116.
(2) *Ibidem*, § 117.

Autant que j'en puisse juger par mes observations personnelles sur le Kabélé et le Kabué, les lagunes sont, même aux eaux hautes, séparées du cours du fleuve par une bande de terre d'origine alluviale, traversée de chenaux qui mettent le cours du Lualaba en communication avec ces réservoirs latéraux. Ces bandes de terre, formant, le long de chaque rive, un *bourrelet* saillant continu, ont peut-être joué un rôle dans le maintien des lagunes, en s'opposant, dans une certaine limite, à l'arrivée dans le fleuve des eaux des affluents. Ces lagunes auraient ainsi, à l'origne, participé de la nature de ce que von Richthofen appelle les *beständige Seen der Nebenflüsse* (1). Mais actuellement, en ce qui concerne du moins le Kabélé et le Kabué, la communication par les chenaux paraît se faire facilement et l'équilibre s'établit très vite des deux côtés des bourrelets alluviaux.

Les lagunes m'ont paru en voie de comblement rapide sous l'influence des apports de sédiments limoneux déversés par le Lualaba lors des crues, ou amenés directement par les affluents.

Une autre cause, de nature organique, tend à combler les lagunes, non moins rapidement peut-être que le dépôt de limon. Sur toute la périphérie de chacunes d'elles, là où la profondeur est le plus faible, règne une large zone de *Papyrus*, constituant des roselières très denses. Les débris de ces plantes, s'accumulant sur le fond, y constituent un dépôt de terreau noir qui augmente sans cesse en épaisseur, tandis que la forêt de *Papyrus* envahit de plus en plus la nappe d'eau. La profondeur des lagunes est très faible et l'on voit, sur les hauts fonds, pousser des *Papyrus* qui, par l'accumulation de leurs débris, en arrivent bientôt à former des îlots qui activent encore l'envahissement de ces nappes d'eau. Tous ces débris de végétaux, mêlés au limon apporté par les rivières, tendent à constituer un sol peu ferme d'abord, mais qui acquiert de la consistance avec le temps.

Je n'ai pas eu l'occasion de voir, sur le Kabélé, les *îles flottantes*, formées de végétation, qui existent, plus au Nord, sur le lac Kisale (2).

(1) *Ibidem*, § 116.

(2) Cameron n'en parle que d'après des racontars de nègres. Mais M. Lattes, qui a étudié le cours du haut Lualaba au point de vue de la navigation, dit que « à la sortie du lac Kisale, le cours du Lualaba, aux eaux » hautes, est encombré d'îles flottantes de *Papyrus*. On en trouve un grand » nombre sur le lac lui-même ». *Mouv. géogr.*, 10 avril 1904, col. 172 et 17 avril 1904, col. 185).

Nous n'avons constaté, dans le lac Kabélé, que des profondeurs de 3 à 4 mètres ; en plusieurs points très éloignés des rives, les pirogues raclent le fond. La profondeur du lac Kisale, d'après M. Lattes, varie, aux hautes eaux, de 3 à 4 et jusque 5 mètres [1].

§ 3.

Nous allons passer à la description de notre itinéraire, d'un bord de la plaine alluviale à l'autre, depuis Kisanga, sur le lac Kabélé, jusque au-delà de Kisambi [2], sur la rive droite du Lualaba.

Jusqu'au village de Béna-Pondé, nous marchons, dans la plaine marécageuse, au pied des collines escarpées qui constituent le flanc occidental du Graben ; on y voit, par place, des portions de falaises verticales tournées vers la plaine. En certains endroits, le terrain se relève légèrement et forme des collines basses, *bien distinctes de l'escarpement extérieur*, montrant des affleurements rocheux ; ce sont des grès, des psammites et des schistes rougeâtres, des quartzites blancs, etc., dépendant du Système du Kabélé.

Près de Béna-Pondé, on trouve des collines très peu élevées, également indépendantes du massif qui borde la plaine d'un escarpement continu, mais arrivant jusqu'à son pied. Elles offrent un grand nombre d'affleurements de roches du Système du Kabélé : quartzites blanchâtres, grès, psammites et schistes rougeâtres, schistes argileux noirâtres et schistes noirâtres, durs, feuilletés. Ces roches sont en couches verticales, ou peu s'en faut, et orientées à peu près Nord-Sud. La réapparition fréquente des mêmes roches montre la présence de plis isoclinaux ou de failles à répétition.

A partir de Béna-Pondé, nous nous éloignons de l'escarpement occidental et cheminons exclusivement dans les marais de la plaine, jusqu'au-delà de la rivière Luilu, le plus important des affluents du Kabélé. Au village de Moakulu, le sol se relève légèrement, mais ne montre aucun affleurement. Ce point est situé non loin d'une anse du Kabélé, occupée par des *Papyrus*.

Entre Moakulu et Muchimuna, où nous touchons le Lualaba,

[1] *Ibidem*, col. 183.

[2] Le profil qui accompagne ce travail (pl. IX, fig. 1) est mené en ligne droite à travers le Kabélé.

s'étend une plaine horizontale, à sol de nature alluviale, inondée à la saison des eaux hautes. En amont de Muchimuna, la rive gauche du fleuve est bordée d'une colline très surbaissée, isolée au milieu des alluvions, présentant des affleurements de quartzites et de schistes rouges, inclinés vers le Sud-Est.

Nous avons franchi le Lualaba au village de Kisamba. De ce point, on aperçoit nettement, à l'Est comme à l'Ouest, les collines qui bordent, comme deux remparts escarpés, la basse plaine alluviale où le Lualaba coule presque à pleins bords, en décrivant de larges méandres. De la plaine alluviale, font saillie, en tranchant nettement sur sa surface, des collines déprimées, formées de quartzites et de schistes rouges du Système du Kabélé.

A l'est du village de Kisamba, se trouve la lagune du *Kabué*, reliée au fleuve par une série de chenaux. A l'époque de notre passage (14-15 janvier), l'eau y coulait du fleuve vers la lagune ([1]).

Sur la rive droite, un peu en aval de Kisamba, se voit une colline déprimée montrant, par places, des affleurements d'un *conglomérat* à éléments volumineux. Un peu plus en aval, près du dernier des chenaux du Kabué, se trouve un amas de blocs colossaux du même conglomérat. Il est formé de fragments de toutes grosseurs, les uns bien roulés, les autres plus ou moins anguleux, de quartzites, grès, psammites et schistes du Système du Kabélé, réunis en une masse très cohérente.

La suite de notre itinéraire, d'abord parallèle au Lualaba, croise une série de chenaux du Kabué, en terrain très marécageux, puis se recourbe vers le Sud, en s'écartant du fleuve. Près de ce point, se trouve une colline, haute d'une centaine de mètres, émergeant de la plaine non loin du Lualaba. Elle est entièrement formée du *conglomérat* décrit plus haut ([2]).

([1]) En 1893, je disais que « le Kabélé, le Kabué, et sans doute les lagunes » voisines constituent, pour le cours du Lualaba, une sorte de *régulateur*, » qui tend à modérer, en aval, la rapidité et l'intensité des crues et des » baisses de niveau ». (*Mouv. géogr.*, 12 novembre 1893, p. 102.) Cette opinion a été confirmée par M. LATTES : « Le retard dans la baisse des eaux » doit être attribué exclusivement à l'existence des innombrables lacs qui » bordent le Lualaba ; ces lacs fonctionnent comme des réservoirs immenses » et retardent, en les rendant moins sensibles, la baisse et la crue des eaux » dans le fleuve ». (*Ibid.*, 10 avril 1904, col. 171.)

([2]) Entre cette colline et le village de Kisamba, se trouve le village de Balunga, dont la position nous servira plus loin à relier les observations de M. Lattes aux nôtres.

§ 4.

Ce paragraphe concerne les observations faites depuis le fond du Graben du Lualaba jusqu'au plateau de la Manika, c'est-à-dire sur le massif délimitant le Graben du côté de l'Est.

Quittant la plaine alluviale du fond du Graben, nous nous élevons sur les collines qui le séparent de la vallée du Fungwé. Ces hauteurs sont peu importantes ; le long de notre itinéraire, on n'y trouve pas d'altitude supérieure à 140 m. au-dessus du Kabélé. On y voit affleurer les quartzites gris clair du Kabélé.

Après une longue marche vers le Sud, sur un plateau peu élevé (20 m. à 30 m.), ne montrant aucun affleurement, on voit apparaître d'autres roches, d'un caractère tout différent.

Elles constituent ce que j'ai appelé le *Système du Fungwé* et sont de facies, sinon d'âge nettement archéen.

En traversant une longue crête (alt. 140 m.) qui borde, vers l'Ouest, la vallée du Fungwé, on trouve, sur le sol, des blocs de micaschistes dont certains échantillons sont pétris de grenats, de micaschistes fortement tourmalinifères, de quartzites blancs, etc.

Au pied du versant oriental de cette crête, on arrive, à la cote relative de 13 mètres, aux *sources thermales sulfureuses* de Kafungwé (70° C.).

Ces sources donnent naissance à un ruisseau portant le même nom et allant rejoindre, non loin de là, la rivière Fungwé. Aux alentours des sources, on observe plusieurs affleurements d'un quartzite noirâtre, très dur, disposé en bancs épais alternant avec des couches très feuilletées passant au micaschiste ; la roche est plus ou moins micacée et renferme un peu de tourmaline. Ces couches sont orientées N. 45° E. et inclinées de 60° vers le Sud-Est.

A un endroit, on voit, assez peu nettement, un pointement d'un granite à mica blanc, pegmatoïde. On trouve, en outre, près des sources, des blocs de tourmalinite, de quartzite à tourmaline, de quartzite micacé grenu et non schistoïde, etc.

Au-delà des sources thermales, nous entrons dans la plaine alluviale du Fungwé [1] et nous rejoignons cette rivière au village de

(1) Cette rivière, dans sa partie inférieure, coule parallèlement au Lualaba et va se jeter dans l'extrémité sud du lac Upemba et non dans le lac Kabué, comme je l'ai indiqué sur ma carte de 1894. Elle semble cependant envoyer une branche latérale vers le Kabué.

Kibanda (cote relative 8 mètres). Elle coule, en aval, dans une large vallée parallèle à celle du Lualaba, dont elle est séparée par les collines traversées à l'ouest des sources thermales.

Le Fungwé descend de la région élevée de l'Est et nous en remontons la vallée à partir de Kibanda. Nous pénétrons ainsi dans le système de hauteurs auquel nous avons donné le nom de *monts Bia* et qui forment le flanc oriental du Graben de l'Upemba. Elles sont adossées au haut plateau de la *Manika* et forment, avec ce plateau, le massif important qui sépare le Graben de l'Upemba de la grande dépression de la Lufila. Ce massif répond aux *monts Mitumba* de M. P. Reichard et de M. A.-J. Wauters.

Dans les monts Bia, nous rencontrons d'abord, entre Kibanda et Kamukichi, des blocs de gneiss et de micaschiste très altérés, puis de granite à mica noir, de tourmalinite et de diabase.

En amont de Kamukichi, le Fungwé coule, au fond d'une gorge profonde, sur du granite à mica noir. La roche affleure, le long de la route, en énormes bosses d'où se détachent de grandes écailles concentriques ; on en trouve, en outre, de gros blocs arrondis, accumulés sur les collines.

Bientôt, la route s'écarte du Fungwé et l'on pénètre, en marchant vers l'Est, dans de hautes collines escarpées, constituées surtout par une roche plus ou moins feuilletée, formée de mica et de quartz mêlés d'oligiste et rappelant l'itacolumite ; elle est dirigée N. 45° E. et montre de fréquentes réapparitions de granite à mica noir et de tourmalinite. Nous atteignons, dans ces collines, l'altitude relative de 388 mètres.

Au-delà du village de Wambubé, qui est dans une vallée (alt. relat. 158 m.), nous marchons vers le Sud-Est et la route s'élève rapidement sur des collines où affleure exclusivement le granite à mica noir. Elle mène à un plateau élevé et accidenté (alt. relat. 488 à 538 m.), où l'on trouve sur le sol des blocs de schistes cristallins divers, de granite gneissique et de tourmalinite. On s'élève ensuite jusque 598 mètres.

Bientôt, le pays devient moins accidenté et l'on arrive brusquement devant un escarpement peu élevé, conduisant à un immense plateau à peu près horizontal, la *Manika*, formé par les couches horizontales de schistes argileux, grès et calcaires dépendant du *Système de Kundelungu*. Nous avons observé sur la Manika les altitudes relatives de 688 mètres.

Le plateau de la Manika se termine par un haut escarpement du côté de la grande dépression où coule la Lufila et ses affluents. La route y descend par le ravin de la Luvilombo. Comme on peut le voir sur le profil (pl. IX, fig. 1), l'escarpement est, en réalité, divisé en deux parties par une sorte de *palier* intermédiaire, à l'altitude d'environ 350 mètres au-dessus du Kabélé. Notre itinéraire a rejoint, dans la plaine, la Luvilombo près de Kalalangombé, à 178 mètres et la Dikulué à Musanga (158 mètres). Bunkea se trouve à 40 kilomètres au SSE. de ce point, à l'altitude relative de 218 m. Ce dernier chiffre exprime donc à peu près la différence de niveau existant entre le fond du Graben de l'Upemba et celui de la dépression de la Lufila moyenne.

J'interromprai ici le récit de mes observations personnelles, pour revenir plus tard, dans un autre travail, à l'étude de la grande dépression où coulent la Lufila moyenne, la Dikulué et la Bunkea inférieure.

§ 5.

Le profil (pl. IX, fig 1) résume les observations topographiques et géologiques exposées dans les quatre paragraphes précédents. Il montre nettement l'existence, entre le massif des monts Hakansson et celui des monts Bia et de la Manika, d'une large et profonde dépression dont le fond est occupé, en grande partie, par la plaine alluviale du Lualaba. C'est à cette dépression bordée, à l'Ouest comme à l'Est, par les remparts élevés des collines, que je donne le nom de *Graben de l'Upemba*.

Nous allons voir que les documents rapportés par plusieurs explorateurs qui ont croisé la vallée du Lualaba ou qui en ont exploré les abords, s'accordent avec ceux qui précèdent en ce qui concerne la disposition générale du Graben et des massifs qui le bordent.

§ 6.

Au mois de janvier 1884, M. Paul Reichard et le Dr Böhm, agents allemands de l'*Association internationale africaine*, partis de Kagoma sur la Dikulué, parvinrent à la rive orientale du lac Upemba (1). La localité de Kagoma est située à environ 20 kilo-

(1) P. Reichard. Bericht ueber die Reise nach Urua und Katanga. *Mitt. d. Afrik. Ges. in D.*, Bd. IV, Ht. 5, p. 303, 1885.

mètres en aval de Musanga où nous avons traversé la Dikulué, sur notre itinéraire de la Manika à Bunkéa.

MM. Reichard et Böhm suivirent une route qui, le long de la Luvilombo supérieure, coïncide en partie avec la nôtre, puis ils s'en écartèrent vers le Nord-Nord-Ouest. Il traversèrent, entre la Dikulué et la dépression où se trouve l'Upemba, un relief très prononcé que M. Reichard désigna sous le nom de *Mitumba*.

La figure 2 de la planche IX donne, d'après M. Reichard (1), le profil en travers de ces hauteurs, où se trouvent indiquées des altitudes absolues de 1 400 à 1 580 mètres, c'est-à-dire de 780 et 960 mètres au-dessus du niveau de l'Upemba.

On remarquera l'analogie frappante qui existe entre le profil de M. Reichard et le nôtre en ce qui concerne, notamment, le palier que présente le versant oriental des Mitumba.

Près du pied du versant occidental des Mitumba, non loin de Katapena, M. Reichard mentionne la présence de *sources thermales sulfureuses*. Ces sources thermales se trouvent donc dans une position correspondante à celles de Kafungwé, rencontrées sur notre itinéraire. C'est là un fait du plus grand intérêt.

Le voyageur allemand signale en outre, près de Katapena, vers la partie inférieure du versant des Mitumba : « *ein niedriger vulkanischer Kegel, der Sambalulu* » (2). Nous reviendrons plus loin sur ce point.

§ 7.

En août-septembre 1891, l'expédition de M. Alex. Delcommune, dont faisaient partie MM. P. Briart et N. Diderrich, traversa la région du Graben de l'Upemba, du Luvoi à la Lufila, en contournant par le Nord le lac Kisale et traversant le fleuve près de l'endroit où il débouche du lac.

Entre le Luvoi et le lac Kisale, M. Delcommune et ses adjoints traversèrent une chaîne de collines dominant de 300 mètres le niveau du lac et auxquelles M. Delcommune donna le nom de *monts Hakansson*. Ce sont les hauteurs que nous avons recoupées plus au Sud, où elles présentent un relief beaucoup plus accentué.

(1) *Ibidem*, Bd. V, Ht. 2, Taf. 3.

(2) *Afrik. Ges.*, Bd. IV, p. 304.

Nous ne possédons pas les éléments nécessaires pour construire un profil des monts Hakansson à l'ouest du lac Kisale.

Pour ce qui concerne la partie orientale du Graben, c'est-à-dire les Mitumba, il existe une coupe dressée par M. A.-J. Wauters d'après les données de M. P. Briart et dont nous donnons la reproduction (fig. 3, pl. IX), d'après un travail de M. A.-J. Wauters (1).

Encore une fois, nous ferons remarquer l'analogie que présente ce profil avec celui de M. P. Reichard et avec le nôtre. On y remarque aussi, sur le versant oriental, le *palier* intermédiaire déjà signalé.

Le plateau formant la partie la plus élevée des Mitumba atteint, dans la coupe de M. P. Briart, des altitudes de 1 080 mètres au-dessus du lac Kisale.

Ce profil est pris dans la région où la Lufila traverse les Mitumba par une gorge étroite, pour se jeter dans le lac Kisale (voir § suivant).

§ 8.

En 1896, M. Cl. Brasseur, officier de l'Etat indépendant, a fait une intéressante exploration le long de la rive droite du Lualaba, depuis les environs du lac Kabué jusque près du confluent du Lualaba avec le Luapula. Marchant dans la plaine alluviale, entre le fleuve et la paroi orientale du Graben, il a ajouté de nombreuses données géographiques à celles des explorateurs dont les itinéraires n'avaient fait, jusque là, que couper la vallée en travers.

M. Brasseur nous apprend d'abord qu'il existe encore une lagune fluviale en amont du Kabué, sur la rive droite; c'est le *Kajibajiba*. Il a dû être frappé par la colline conique déjà signalée par M. Reichard, car il l'indique sur son croquis sous le nom de *pic Kambululu*. On lui doit la reconnaissance de la rive orientale du lac Upemba, dont il a découvert les rapports avec la Lufila (2).

Nous reviendrons plus loin sur la suite des observations de M. Brasseur jusqu'au confluent du Luapula.

Il résulte de l'étude hydrographique de M. Lattes, à laquelle j'ai déjà fait allusion plus haut, qu'en remontant la Lufila à partir du

(1) A.-J. WAUTERS. Le relief du bassin du Congo, etc.

(2) *Mouv. géogr.*, 21 mars, 4 avril et 29 août 1897.

confluent, on rencontre les premiers rapides à 5 kilomètres en amont de Kayumba. C'est là que la rivière, qui vient de traverser les Mitumba en subissant une dénivellation d'environ 280 mètres, cesse de couler dans un lit rocheux et pénètre dans la plaine alluviale (1).

§ 9.

Après avoir décrit, autant qu'on peut le faire dans l'état présent de nos connaissances, la large dépression bordée par des reliefs escarpés dans laquelle coule le Lualaba depuis les environs du lac Kabué jusqu'au confluent de la Lufila, je vais essayer de déterminer son extension vers le Sud d'abord, vers le Nord ensuite.

En amont de Kisamba, où nous avons traversé le Lualaba sur notre itinéraire décrit plus haut (§ 3) le fleuve est barré par les rapides de *Kalenga* qui, d'après les cartes récentes, se trouve à 40 kilomètres en amont de Kisamba. Mais, d'après M. Lattes (1), la navigabilité est déjà interrompue à 25 kilomètres plus bas, par les rapides de *Kondé*, où la largeur du fleuve se réduit à 30 mètres (2). En ce point, dit M. Lattes, les collines qui les bordent se sont rapprochées du fleuve et semblent l'enserrer. Le cours continue, vers l'aval, à être accidenté et le lit, rocheux jusque l'île de Katonga. Ce n'est qu'en aval de Katonga que le cours du Lualaba se régularise et que les rochers disparaissent du lit ; mais des collines sont encore proches des rives jusqu'au village de Balunga.

De ce nombre doit être la colline formée de conglomérat que j'ai signalée un peu en amont de Balunga (voir § 3).

De quelle nature sont les roches qui forment les rapides de Kondé et les écueils qui se voient en aval ? Sont-ce des terrains anciens en place, ou sont-ce les conglomérats de Kalenga et de Balunga ? Cette donnée aurait de l'importance au point de vue qui nous occupe, mais elle nous manque. Nous n'avons non plus aucun renseignement sur la nature géologique des rapides de Kalenga où, d'après M. A. Jacques (3), la largeur du fleuve est réduite à 20 mètres.

(1) *Mouv. géogr.*, 10 et 17 avril 1904.
(2) A Balonga, elle est de 150 à 200 mètres (Lattes).
(3) *Mouv. géogr.*, 25 avril 1905.

4 NOVEMBRE 1905.

§ 10.

Pour ce qui concerne le prolongement du Graben au nord du lac Kisale, nous possédons quelques données dues à M. Cl. Brasseur.

Après avoir franchi la Lufila près de son confluent, M. Brasseur, partant de Kaiumba, a continué de marcher vers le Nord entre le Lualaba et le pied des monts Mitumba (= Kibala). Il a bientôt reconnu le lac *Lubambo*, lagune de la rive droite du fleuve, de l'autre côté de laquelle il aperçut les « montagnes de la rive gauche du Lualaba », continuation des monts Hakansson.

Il a trouvé ensuite la Kaluméngongo, importante rivière descendant des monts Kibala. Dans cette région, les hauteurs bordant le Graben sont très écartées et «la plaine s'étend à perte de vue». M. Brasseur découvrit ensuite le lac *Kalamba*, lagune de la rive droite, entourée de marais, dans laquelle se jette la Kaluméngongo. « Le lac Kalomba », nous dit-il, « se déverse dans le Lualaba » par un chenal d'une centaine de mètres de largeur. Une bande » de terre de 3 à 4 mètres seulement sépare le lac du fleuve sur » une longueur de plusieurs centaines de mètres [1]. Pendant la » saison des pluies, le lac et le fleuve se confondent en une grande » nappe d'eau ».

C'est au Kalomba, dit M. Brasseur, que «finit la série des lacs». La plaine qui entoure la lagune est « resserrée entre les monts « Kibala à l'Est et les *monts Mombwé* au Nord. » Sur son croquis de route, il indique ces monts Mombwé comme des collines situées sur le fond de la grande dépression que limitent les monts Kibala et les collines de l'Ouest.

Entre le lac Kalomba et le confluent du Luapula, M. Brasseur signale encore, sur la rive droite du Lualaba, de *petites collines*, mais l'escarpement des Mitumba-Kibala, à partir de la latitude du Kalomba, s'est détourné vers le Nord-Est.

A l'ouest du Lualaba, le voyageur mentionne, à plusieurs reprises, des collines. Ce sont, à l'ouest du Kalomba, les monts Mayumbe; plus au Nord, les monts Kassongo, Mulela et Kassongolula [2].

(1) C'est le *bourrelet alluvial* dont il est question plus haut (§ 2).

(2) Voir la Carte de l'Urua et du Katanga, avec ses itinéraires, dressée par le lieutenant Clément BRASSEUR. *Mouv. géogr.*, 29 août 1897.

§ II.

La reconnaissance hydrographique de M. Lattes [1] nous fournit encore quelques observations intéressantes.

En aval du lac Kisale, le fleuve coule dans une plaine unie et inonde ses rives à la saison des pluies; le fond est vaseux et parfois sablonneux; parfois, près des rives, on rencontre un fond de gravier. Jusque Mulanga, au débouché du lac Kalomba, le Lualaba décrit de larges méandres dans sa plaine alluviale.

Mais à partir de Mulanga, *les rives commencent à s'élever* et en même temps, les sinuosités sont plus rares et moins accentuées. Ceci confirme donc les observations de M. Brasseur : c'est bien à hauteur du lac Kalomba que se termine la large plaine alluviale de la région des lagunes.

---

(1) *Mouv. géogr.*, 10 et 17 avril 1904.

Troisième Partie.

CONCLUSIONS.

§ 1.

La plaine alluviale où coule le Lualaba entre les rapides de Kondé et le confluent de la Kaluméngongo et sur le fond de laquelle se trouvent les lagunes latérales Kajibajiba, Kabué, Kabélé, Upemba, Lubambo et Kalomba, ainsi que l'expansion fluviale appelée lac Kisale, occupe le fond d'une dépression, en forme de tranchée ou de fossé *(Graben)* qui ne peut pas être envisagée comme une *vallée d'érosion*, mais qui se présente avec tous les caractères d'une région affaissée entre deux lignes de fractures sub-parallèles.

§ 2.

La *longueur* du Graben de l'Upemba compris, comme il est dit plus loin, du nord du lac Kalomba aux rapides de Kondé, est d'environ 200 kilomètres. La *largeur*, d'après les données que nous possédons, varie de 30 à 45 kilomètres.

La *direction* générale du Graben est approximativement, d'après les cartes récentes, de N. 30° E.

Les levers cartographiques de l'avenir amèneront certainement des modifications de ces données numériques. Je crois, notamment, que la détermination exacte de la longitude de quelques points, le long du cours du Lualaba, aurait pour effet de donner au Graben une orientation plus voisine du méridien.

§ 3.

Le Graben est déterminé, du côté de l'Est, par les pentes rapides qui mènent sur les plateaux élevés appelés *Manika, Viano, Biano*, etc. Aux collines accidentées qui se trouvent entre les plateaux et la dépression, nous avons donné le nom

de *monts Bia,* en mémoire du chef de l'expédition du Katanga de 1891-1893.

§ 4.

Les massifs élevés couronnés par les plateaux de Manika, Viano, etc. sont les *monts Mitumba* de M. Reichard et de M. Wauters ; ils présentent vers l'Est des pentes rapides, parfois des falaises presque verticales tournées vers la dépression où coulent la Lufila en aval des sources thermales salées de Moachia, la basse Dikulué et la Lofwa. Sur notre itinéraire (voir 2ᵉ partie, § 4), sur celui de MM. Böhm et Reichard et sur celui de M. Delcommune (fig. 3, pl. IX), ces pentes présentent un *palier* intermédiaire très net.

§ 5.

La dépression, limitée à l'Ouest par l'escarpement des monts Mitumba, est bornée à l'Est par la falaise du *Kundelungu* et au Sud par les pentes rapides auxquelles on peut donner le nom de *Kunii* et qui mènent au plateau du sud du Katanga.

§ 6.

Je considère l'escarpement oriental des monts Mitumba, les pentes du Kunii et la falaise occidentale du Kundelungu comme correspondant à des *fractures* et les territoires intermédiaires comme une *région affaissée.*

Je me propose de revenir sur ce point dans un travail ultérieur. Je me borne à faire remarquer en passant que les sources thermales salées de Moachia semblent se trouver sur la fracture du pied du Kunii.

§ 7.

Le Kundelungu se termine, du côté du lac Muéro et de la vallée du Luapula en amont de ce lac, par des escarpements qui paraissent également correspondre à des failles avec rabaissement de la région située à l'Est.

§ 8.

La paroi occidentale du Graben de l'Upemba est constituée par

l'escarpement des *monts Hakansson*. Sur notre itinéraire, cet escarpement présente un palier intermédiaire (voir 2e partie, § 4).

§ 9.

Le fond de la dépression, comprise entre l'escarpement du Mitumba et celui des monts Hakansson n'est pas exclusivement occupé par des alluvions fluviales ou lacustres. On y voit des collines basses constituées par les formations primaires du Système du Kabélé. Telles sont celles que nous avons signalées sur notre itinéraire autour du lac Kabélé, de Kisanga à Kisamba (voir 2e partie, § 4).

§ 10.

Entre la plaine alluviale du Fungwé inférieur et celle du Lualaba au voisinage du Kabué, s'étend une ligne de hauteurs peu importantes formées, à l'Ouest, par le Système du Kabélé et à l'Est, par le Système du Fungwé. Ces collines sont, comme les précédentes, situées au fond du grand Graben.

§ 11.

C'est à la limite entre la plaine alluviale du Fungwé et les collines qui la séparent de celle du Lualaba, que se trouvent les *sources thermales sulfureuses* de Kafungwé, situées par conséquent sur une ligne où l'on peut admettre l'existence d'une fracture.

§ 12.

A l'est du lac Upemba, au pied de l'escarpement des monts Mitumba, M. P. Reichard signale l'existence de *sources thermales sulfureuses*, dont l'emplacement correspond par conséquent aux fractures principales du flanc oriental du Graben.

§ 13.

Non loin de là, le même voyageur a signalé, vers la partie inférieure du versant des Mitumba, une colline appelée Sambalulu, qu'il considère comme un *cône volcanique* (voir 2e partie, § 6).

Je n'ai pu me procurer sur le Sambalulu, que M. Cl. Brasseur a remarqué et noté sur ses croquis de route, aucune donnée confirmant la manière de voir de M. Reichard. Mais on comprend aisément que la présence d'un appareil volcanique en cet endroit, le long d'une des fractures principales du Graben, n'a rien d'invraisemblable.

§ 14.

Vers la latitude du lac Kalumba, l'escarpement occidental des monts Mitumba s'écarte du Lualaba et se dirige vers le Nord-Est. Du côté de la rive gauche du Lualaba, la plaine alluviale est bordée à l'Ouest par des collines peu élevées. La fracture orientale du Graben semble donc se prolonger au-delà de la région des lagunes et aller croiser le Luapula près de Kalombo, où M. Cl. Brasseur a signalé des sources salées. Cette fracture est séparée des collines de l'ouest du Lualaba par une région relativement basse d'où s'élèvent, cependant, quelques hauteurs de peu d'importance et qui est vraisemblablement une région affaissée.

Il est difficile, dans l'état très rudimentaire de nos connaissances sur ces parages, d'indiquer quels sont les rapports du Graben de l'Upemba avec cette dépression voisine du confluent des deux grandes branches du Congo. Ils semblent être en continuité directe.

Quoi qu'il en soit, provisoirement je considère comme s'arrêtant aux monts Mombwé, au nord du lac Kalomba, ce que j'ai décrit sous le nom de *Graben de l'Upemba*, mais non le système des dislocations dont il constitue un tronçon. Le Graben ainsi compris correspond exactement à la *région des lagunes*, depuis le Kajibajiba jusqu'au Kalomba.

§ 15.

En amont de la région des lagunes, nous rencontrons des conditions comparables à celles qui se présentent en aval.

Le versant occidental des monts Mitumba se continue vers le Sud-Ouest, sous forme d'un escarpement signalé pour la première fois par M. P. Le Marinel (1), reconnu plus récemment par la

(1) *Mouvem. géogr.*, 21 mars 1897, colonne 137.

mission Jacques (1) et qui va couper le haut Lualaba (Nzilo) vers Katolo, sur l'itinéraire du retour de l'expédition dont j'ai fait partie (2).

Je renverrai ici à deux croquis déjà publiés dans nos *Annales*, et représentant, en plan et en coupe, la transition brusque du versant ouest des monts Mitumba, constitué ici par les couches métamorphiques de la Lufupa, au plateau régulier formé par les couches du Lubilache dans lesquelles le Lualaba s'est creusé une vallée d'érosion dont le fond entame le substratum primaire (t. XXIV, p. 145, fig. 27 et p. 146, fig. 28).

Au nord de cette région, près du confluent du Lubudi, nous avons trouvé la rive gauche du Lualaba bordée par de hautes collines qui sont vraisemblablement le prolongement des monts Hakansson.

Nous ne possédons aucun document géologique sur la région qui s'étend entre le confluent du Lubudi et le commencement de la région des lagunes. Nous ne pouvons dire jusqu'où s'avancent, dans cette direction, les grès du Lubilache entre l'escarpement des Mitumba et celui des monts Hakansson. Mais je ne puis m'abstenir de signaler l'analogie existant entre les conglomérats qui forment la base du Système du Lubilache sur le haut Lualaba en amont du confluent du Lubudi (3) et ceux que nous avons vus former des collines émergeant de la plaine alluviale, dans le voisinage du Kabué (voir 2e partie, § 3). Il n'est pas invraisemblable que les Couches du Lubilache se soient étendues entre les deux escarpements, jusque dans la région des lagunes. De même, je serais peu étonné d'apprendre l'existence de cette formation dans la région basse voisine du confluent du Lualaba et du Luapula.

§ 16.

Il résulte de ce qui précède que les *premières* dislocations qui ont créé la région déprimée où coule aujourd'hui le Lualaba depuis Katolo jusque vers le confluent du Luapula sont de date très ancienne. Elles sont antérieures aux couches du Lubilache,

(1) *Ibidem*, 23 avril 1905.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXI, p. 246 (II); t. XXIV, p. 146.

(3) *Ibidem*, t. XXI, p. 246; t. XXIV, p. 159.

puisque l'on voit, vers le Sud-Ouest, cette formation s'avancer entre l'escarpement du Mitumba et le prolongement des monts Hakansson.

§ 17.

Mais, dans la zone du *Graben de l'Upemba* restreint, comme il est dit plus haut, à la région des lagunes, il s'est fait un affaissement à une époque récente. C'est l'affaissement qui a amené, à Kisamba et au niveau de la plaine alluviale, les conglomérats cohérents que, sur le versant oriental des monts Hakansson, nous avons observés en place à environ 248 mètres au-dessus du lac Kabélé et a, en même temps, rabaissé les massifs primaires ou archéens dont font partie les collines *intérieures* du Graben.

C'est à cet affaissement récent qu'est due l'origine du lac dont les lagunes représentent les vestiges en voie de disparition par suite de l'alluvionnement intense et de la régularisation croissante du profil du Lualaba.

§ 18.

Les sources thermales de Kafungwé et de Katapena doivent être en rapport avec la phase récente de ces dislocations. Ainsi que la montré M. L. De Launay (1), dans les pays de plissements anciens, on ne trouve de manifestations thermo-minérales que là où des dislocations beaucoup plus récentes sont intervenues pour faire jouer d'anciennes fractures ou en ouvrir de nouvelles.

S'il est un jour démontré que le Sambalulu (voir 2e partie, § 6 et 3e partie, § 13) est réellement un volcan, il constituera un argument de plus en faveur de notre théorie.

§ 19.

Si l'on compare l'orientation générale du Graben (N. 30° E.) avec les directions que j'ai pu relever dans les assises des Systèmes du Kabélé et du Fungwé (voir 2e partie, § § 1, 3 et 4), on constate qu'il n'y a pas de rapport fixe entre ces orientations. Dans les monts Hakansson, au NW. du Kabélé, j'ai trouvé des directions variant

(1) L. De Launay. Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales. Paris, Béranger, 1899, pp. 213, etc.

de N. 40° W. à N.-S. ; au sud du Kabélé et sur l'itinéraire du Lualaba à la Manika, la direction des couches est en général voisine de N. 45° E., c'est-à-dire qu'elle se rapproche de celle que les cartes récentes donnent au Graben de l'Upemba.

§ 20.

Comme il a été dit dans le texte et comme on le constate par l'examen du profil fig. 1, pl. IX, le massif des monts Hakansson et celui des monts Mitumba sont surmontés de plateaux très réguliers, flanqués de part et d'autre de régions à relief accidenté. Il en est de même du massif du Kundelungu.

Il faut en conclure qu'antérieurement aux dislocations qui ont mis ces trois *horsts* en évidence par affaissement des parties intermédiaires, le pays du Katanga était réduit à un état voisin de la *pénéplaine*.

L'érosion a laquelle sont soumis les *horsts*, depuis l'effondrement des massifs qui les séparaient, les a déjà sculptés profondément dans leurs parties extérieures, mais n'a pas encore eu le temps de leur enlever leur caractère de plateau dans leurs parties centrales. Elle n'est pas encore parvenue, non plus, à faire disparaître le caractère escarpé des versants tournés vers les Gräben. Mais elle s'est attelée vigoureusement à cette besogne. Partout, nous avons pu constater avec quelle énergie s'exerce l'érosion régressive dans les cours d'eau torrentiels qui descendent des flancs des Gräben. La haute vallée du Luvilombo et celles de ses affluents sont de véritables cañons qui s'accroissent sans cesse vers l'amont et menacent l'intégrité du plateau de la Manika. Les mêmes faits s'observent, de l'autre côté du plateau, dans le bassin du Fungwé. Ils sont particulièrement frappants dans les rivières qui descendent du Kundelungu vers la Lufila et qui subissent parfois, sur leur cours, des chutes verticales importantes.

§ 21.

Comme je le disais au début de ce travail (1re partie, § 7) *des causes étrangères aux agents externes sont intervenues pour rendre à ce pays un relief accidenté que la marche régulière de l'érosion non contrariée aurait dû aplanir depuis longtemps.*

Il résulte de tout ce qui précède, que ces causes sont des *phénomènes de dislocation.*

Ces conclusions peuvent être étendues et s'appliquer à tout le bassin du Congo et même, d'une façon plus générale, à l'ensemble de l'Afrique tropicale et australe. Elles expliquent la contradiction existant entre l'apparence de jeunesse qu'y présente, en certaines régions, l'érosion fluviale et la haute antiquité de l'émersion du Continent.

EXTRAIT DU RAPPORT DE M.

H. BUTTGENBACH [1]

SUR LE TRAVAIL DE M. J. CORNET :

LES DISLOCATIONS DU BASSIN DU CONGO.

I. — Le Graben de l'Upemba.

L'histoire des fleuves africains est encore loin d'être écrite ; mais, cependant, les divers documents rapportés par toutes les explorations, scientifiques et autres, qui se sont succédées et se continuent encore de nos jours, permettent déjà de résoudre un grand nombre des problèmes qu'elle soumet à l'attention des géologues.

M. Cornet qui, depuis ses voyages au Congo, a élucidé bien des points obscurs de la géologie de l'Afrique centrale et qui a publié, dans les *Annales* de notre Société, les plus importants de ses travaux, nous présente actuellement la première partie d'un nouveau mémoire intitulé : « Les dislocations du bassin du Congo » et dans lequel il projette d'établir les preuves d'une série de dislocations qui auraient intéressé, notamment, les territoires sud de ce bassin.

Cette première partie tend à prouver un affaissement qui se serait produit sur plus de 200 kilomètres de longueur, entre les parallèles 9°15′ et 7°45′ sud, dans la direction approximative du SW. au NE., et suivant lequel le fleuve Lualaba, abandonnant sa direction générale du Sud au Nord, se serait créé son chemin.

(1) Rapport dont l'impression a été ordonnée à la séance du 19 novembre 1905.

Entre ces parallèles, en effet, le Lualaba coule dans une dépression de plus de 40 kilomètres de largeur, au milieu de lagunes peu profondes, parfois très étendues et communiquant d'ailleurs avec la rivière par de nombreux bras. Cette dépression longe, à l'Est, une série de collines accidentées, appelée monts Bia, qui la séparent du haut plateau de la Manika, s'élevant à 700 m. au-dessus de la plaine. A l'Ouest, les monts Hakansson bordent également la dépression dont ils semblent séparés par un palier intermédiaire, analogue des monts Bia de l'Est.

Telle est la vallée que M. Cornet ne peut attribuer à l'érosion et qu'il considère comme due à un affaissement d'époque relativement récente ; cet affaissement aurait provoqué la formation d'un lac dont les lagunes actuelles ne seraient que des vestiges en voie de disparition. C'est cette grande dépression qu'il appelle *Graben de l'Upemba*, du nom d'une de ces lagunes ; j'aurais préféré lui voir donner le nom du fleuve lui-même ou celui d'un des postes fixes de l'Etat qui s'y trouvent installés.

Les preuves apportées par notre confrère à l'appui de cette hypothèse sont les suivantes :

1°) La marche régulière de l'érosion aurait dû aplanir depuis longtemps ce pays dont le relief présente, au contraire, une apparence de jeunesse absolument frappante. Il faut donc que des causes étrangères à des phénomènes externes soient intervenues, causes qui ne peuvent être que des agents de dislocation.

2°) La forme même du profil transversal de la dépression montre que les flancs ont un caractère accidenté tout particulier et caractéristique de ces mouvements que M. Cornet affirme s'être produits suivant ces directions.

3°) La présence de conglomérats caractéristiques à 248 m. au-dessus de la plaine, sur le versant occidental, conglomérats que M. Cornet a retrouvés au milieu même de la plaine alluviale, dans de petites collines bordant le fleuve, apporte un argument de très haute valeur à l'hypothèse d'un affaissement et semble indiquer aussi que les terrains archéens et primaires retrouvés dans ces mêmes petites collines intérieures sont les équivalents affaissés des massifs analogues rencontrés sur les monts Hakansson.

4°) Les manifestations hydro-thermales qui se voient sur le flanc oriental de la dépression, dans les monts Bia, sont en accord avec l'hypothèse de fractures dues à des dislocations. M. Cornet cite

deux de ces sources, à Kafungwé et à Katapena ; à l'appui de ces observations, je mentionnerai que de nouvelles sources viennent d'être signalées, à Kasonso, sur la direction même des deux précédentes, et entre elles.

M. Cornet développe longuement, dans son mémoire, tous les faits d'observation qui lui permettent d'apporter ces preuves à l'hypothèse d'un affaissement. La longueur de ce Graben serait de 200 kilomètres, sa largeur de 30 à 45 kilomètres M. Cornet lui donne la direction générale N. 30° E. et ajoute que la détermination plus exacte de quelques longitudes lui fait croire que la direction du Graben se rapprochera, sur les cartes futures, de la direction méridienne; je dois dire ici qu'une carte, actuellement en confection dans les bureaux de l'Etat du Congo, écarte au contraire encore la direction du Graben de celle du méridien et lui donne N. 50° E.

L'auteur dit également, dans son mémoire, que M. Reichard a signalé à l'est du lac Upemba, c'est-à-dire sur la direction des sources thermales, un pic, le pic Kambululu, qu'il considère comme un cône volcanique. Malheureusement, aucune donnée ne confirme jusqu'ici cette manière de voir de l'explorateur allemand. Ayant immédiatement utilisé ce renseignement que j'ignorais précédemment, j'ai prié les agents du Comité du Katanga qui se trouvent aux environs de cette montagne, de me faire parvenir tous les renseignements qui pourraient éclaircir la question, ainsi que de récolter des échantillons de roches. Je communiquerai ultérieurement à la Société les résultats de cette enquête qui, si elle conclut à l'existence d'un appareil volcanique, confirmera les idées de M. Cornet.

Je ferai ici une observation qui me parait déjà confirmer les idées de l'auteur, qui suppose que des *premières* dislocations, très anciennes, antérieures au dépôt des Couches de Lubilache, permo-triasiques, ont créé une région déprimée s'étendant depuis le 7e parallèle sud jusqu'au 10e, tandis que le Graben principalement étudié dans le mémoire, beaucoup plus récent, n'a intéressé que les 200 kilomètres qui se succèdent entre le 8e et le 9e, approximativement. Or, si les sources thermales signalées plus haut se trouvent sur le versant oriental de ce Graben, le long de cet affaissement récent, il faut noter que des gisements d'étain sont actuellement reconnus, sur la même direction que les sources

thermales, non seulement du 8e au 9e parallèle, mais encore plus au Sud, jusqu'au 10e. Il est donc probable que les venues d'étain ont utilisé les fractures dues aux premières dislocations ; le second affaissement, qui a produit le Graben de l'Upemba, a réouvert quelques unes de ces fractures et a pu ainsi donner naissance aux sources thermales actuelles, s'étendant sur une longueur moindre que les gisements stannifères.

Les figures jointes au mémoire de M. Cornet permettent au lecteur de suivre ses démonstrations et de se faire une idée de la dépression.

Bruxelles, le 16 août 1905. H. BUTTGENBACH.

Description et interprétation de la coupe de Calcaire carbonifère de la Sambre, à Landelies,

PAR

Y. BRIEN [1].

PLANCHE X.

J'ai eu l'honneur de diriger, en août 1904, avec le concours de mon confrère et ami M. L. de Dorlodot, une excursion de la Société géologique aux environs de Landelies, excursion qui avait pour but principal l'étude de la belle coupe de Calcaire carbonifère de la Sambre.

Cette coupe ayant été précédemment décrite et figurée, notamment par Briart, il n'entrait pas tout d'abord dans mon intention de donner un compte rendu de cette course, organisée surtout dans un but de vulgarisation. Cependant, mes observations et surtout mon interprétation différant assez bien de celles de mes devanciers, M. le professeur M. Lohest m'engagea vivement à publier les idées que j'avais développées de vive voix. J'ai cru qu'effectivement, il pouvait être de quelque intérêt de tracer à nouveau, d'une façon tout à fait rigoureuse et précise, la coupe dont il s'agit et d'indiquer la manière très simple dont elle se peut interpréter. C'est ce qui constitue le but du travail que je présente aujourd'hui à la Société.

* * *

Quand on descend la Sambre, sur la rive gauche, à partir de Landelies, on rencontre de hauts escarpements situés sur la partie convexe d'un méandre décrit par la rivière. Ces escarpements

(1) Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

sont d'abord occupés par des calcaires frasniens, qui se voient près du lieu dit Trieux des Beaux, puis par des schistes de la Famenne et des psammites du Condroz; au point où la vallée, qui était d'abord dirigée sensiblement vers le Nord, s'infléchit dans la

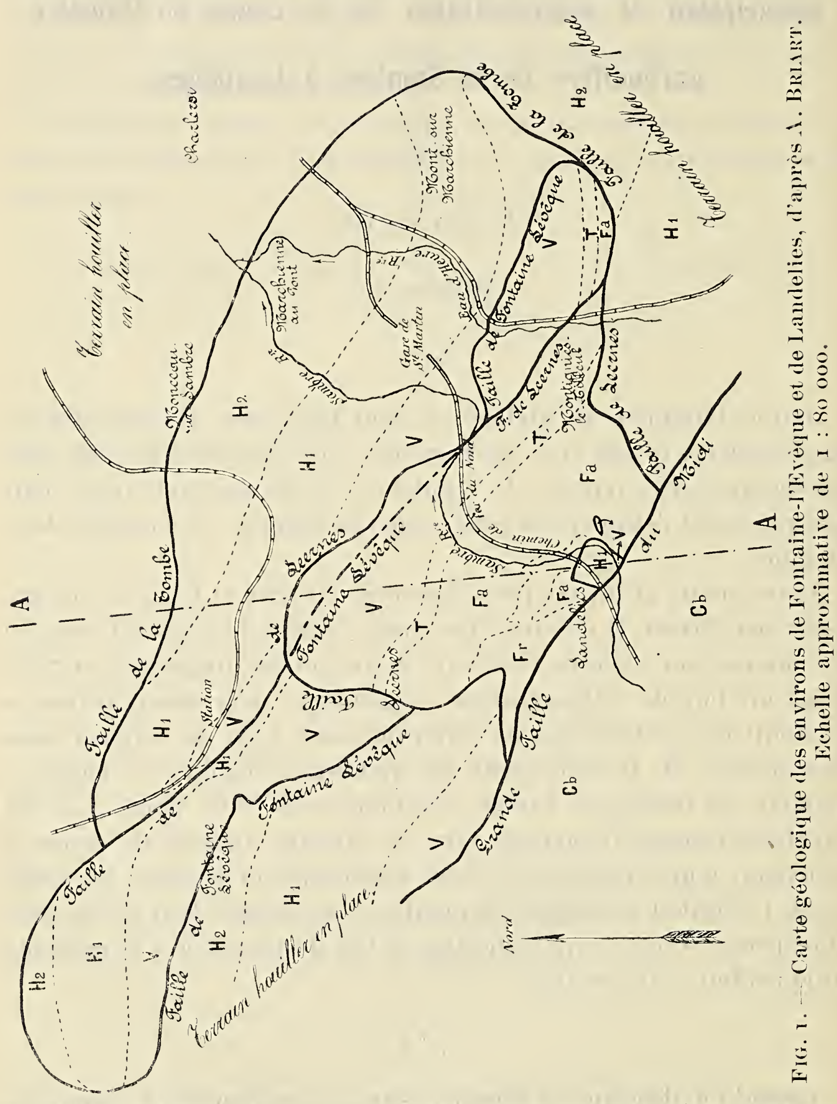


Fig. 1. — Carte géologique des environs de Fontaine-l'Évêque et de Landelies, d'après A. Briart.
Echelle approximative de 1 : 80 000.

direction ENE., elle recoupe obliquement toute la série carbonifère; puis la Sambre coule vers l'ESE. et suit à peu près la direction des couches qu'elle retraverse ensuite dans le méandre suivant (fig. 1). Ce dernier méandre est lui-même coupé par la ligne

du chemin de fer du Nord qui, entre les deux ponts jetés sur la rivière, passe dans une haute tranchée très accessible aux observations géologiques. Tous les escarpements calcaires de la vallée, tant sur la rive droite que sur la rive gauche, ont fait ou font encore l'objet d'exploitations plus ou moins importantes. On peut donc, sur un espace très considérable et pour ainsi dire sans interruption, étudier avec grande facilité la série complète des couches de notre terrain dinantien. Aussi cette coupe, qui est une des plus belles que nous ayons en Belgique et qui mériterait de devenir classique, a-t-elle déjà été étudiée avec plus ou moins de soin et de détail par divers géologues.

FIG. 2. — Coupe du Calcaire carbonifère de Landelies, d'après M. Ed. DUPONT.

***

En 1860, dans son *Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais*, M. J. Gosselet a décrit et figuré, d'une façon assez sommaire du reste, la partie de la coupe qui avoisine la brèche.

Plus tard, en 1875, dans le *Bulletin de l'Académie des sciences de Belgique* (¹), M. Ed. Dupont publia la coupe complète du Calcaire carbonifère de Landelies, que M. Mourlon reproduisit dans sa *Géologie de la Belgique*, p. 116. J'ai cru intéressant, à titre documentaire, de la publier à nouveau, à une échelle un peu réduite (fig. 2). Comme on le voit, elle diffère très sensiblement du tracé de Briart et du mien propre. Publiée à une époque où l'étude du Calcaire carbonifère était beaucoup moins avancée que de nos jours, elle n'est plus aujourd'hui défendable. Sans parler des « lacunes » qu'avait aperçues M. Dupont,

(¹) Série 2, t. XXXIX, p. 286, pl. I, fig. 4, 1875.

et dont l'existence ne serait plus à présent admise par personne, elle contient un certain nombre d'inexactitudes de tracé, d'erreurs évidentes d'interprétation et même d'impossibilités stratigraphiques. Il n'y a, évidemment, pas lieu de les relever en détail ; c'est une besogne que le lecteur pourra faire aisément lui-même, s'il le désire.

La coupe publiée en 1894 par Briart, dans son mémoire sur la *Géologie des environs de Fontaine-l'Evêque et de Landelies* (1), et que j'ai également reproduite à une échelle réduite (fig. 3), serre de beaucoup plus près la réalité et serait tout à fait excellente, si elle ne contenait quelques erreurs de détail que j'aurai soin d'indiquer dans le cours de ce travail et si certaines interprétations n'apparaissaient aussi comme manifestement incorrectes.

Fig. 3. — Coupe du Calcaire carbonifère de Landelies, d'après A. Briart.

Mais avant de discuter les observations et les idées de Briart, il convient d'indiquer tout d'abord comment j'ai moi-même opéré pour écarter le plus possible les chances d'erreurs. Comme je l'ai dit plus haut et comme le montre la fig. 4 de la planche X, la coupe de Landelies n'est pas droite et ne traverse, en aucun point, les couches perpendiculairement à leur direction. Cela apporte beaucoup de difficultés dans la représentation des allures et surtout dans l'appréciation des épaisseurs des différentes assises. Il est, en outre, assez délicat de raccorder convenablement deux parties de coupes de directions très différentes, telles que la tranchée du chemin de fer du Nord et la partie de la coupe de la Sambre à laquelle elle fait suite. Pour résoudre la question d'une façon précise, j'ai cru que le illeur moyen serait de tracer d'abord

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXI, *Mém.*, pp. 35 et suiv., pl. II, fig. 3, 1894.

une vue en plan à assez grande échelle. J'ai donc fait le levé topographique des escarpements de la rive gauche de la Sambre et des excavations qui y sont creusées, de la tranchée du chemin de fer du Nord et des carrières situées sur la commune de Monceau-sur-Sambre au NE. de cette tranchée. J'ai figuré sur ce plan la nature et l'allure des différentes couches géologiques, puis j'ai effectué une coupe brisée AB. CD. EF. GH. IJ. KL., de façon à ce que les tronçons AB, CD, etc. restent constamment perpendiculaires aux couches rencontrées. Je suis ainsi arrivé au tracé de la figure 5, planche X, qui permet de déterminer assez exactement la puissance des différentes assises et qui, comme premier résultat, montre que la coupe de Briart contient des erreurs d'échelle assez importantes.

*
* *

Le Calcaire carbonifère de Landelies présente un certain nombre de particularités fort intéressantes et il mérite d'être décrit avec quelque détail. Cette description a déjà été faite autrefois par Briart dans le travail dont j'ai parlé, mais comme j'aurai, en un assez grand nombre de points, à modifier ou à compléter les données de ce géologue, je crois utile de publier à nouveau, et d'après mes propres observations, la description complète de la coupe.

Un des points qui frappe le plus l'observateur qui voit pour la première fois le Calcaire carbonifère de Landelies, c'est le développement très inégal des deux étages qu'on y distingue généralement : alors que la puissance du Tournaisien n'est que de 75 m., celle du Viséen est de 500 à 550 m. Le *petit-granite* n'existe pas à Landelies, ou plutôt on le retrouve avec une faible puissance, 25 à 28 m., et *dolomitisé, T2bγ*. Les calcaires construits waulsortiens, le calcaire violacé font aussi complètement défaut dans la région ; on peut dire qu'il en est de même du marbre noir de Dinant ou que, tout au moins, ce niveau est fort mal représenté, et de façon très douteuse, par quelques bancs de calcaire noir à cherts, intercalés dans la dolomie viséenne. Celle-ci, qui fait suite directement à la dolomie tournaisienne, est elle-même surmontée par une assise extrêmement puissante de calcaires oolithiques, de calcaires gris clair en gros bancs et de calcaires blancs, massifs, d'une grande pureté ; ces calcaires, dont la texture lithologique est par-

fois fort curieuse, contiennent, surtout vers le haut, des *Producti cora* abondants et je les ai rangés dans l'assise *V2a*, base d Viséen supérieur. Les couches supérieures à ce niveau sont égal ment très bien caractérisées et très puissantes ; citons notammen les célèbres brèches à ciment rouge ou gris, souvent exploitée comme marbre, et qu'on trouve, dans la coupe de la Sambre, fo bien caractérisées et avec une épaisseur d'environ 60 m. Mentio nons enfin les calcaires dits à *Productus giganteus* et à lits d'a thracite, qui ondulent amplement dans toute la région et qui r sont nulle part mieux représentés en Belgique.

Voici, du reste, la description détaillée de la coupe ; les not tions sont celles de la légende de la Carte géologique officielle a 40 000e.

I. Tournaisien (*T*).

A. *Assise inférieure, dite assise de Hastière (T1).*

T1a. Calcaire à crinoïdes, dit à *Spirifer glaber*. Puissance 10 r

Ce calcaire est fort peu visible dans la coupe; on en trouve quelques ban verticaux au haut des escarpements, en contact avec les schistes de l'assi *T1b*. Vers le Sud-Ouest, on voit également quelques bancs d'allure hor zontale, sur la signification stratigraphique desquels je ne suis pas enco fixé.

T1b. Schistes vert sombre, jaunâtres en altération, ass fissiles, à *Spiriferina octoplicata*. Puissance 3 m.

Ces schistes forment, comme on le sait, un horizon géologique d'une gran constance. Briart déclare n'y avoir pas trouvé le fossile caractéristiqu celui-ci n'y est cependant pas rare. On rencontre, en outre, un assez gra nombre d'autres fossiles, en général bien conservés. Ces schistes constitue la paroi SW., légèrement surplombante, de la première carrière, dont ils o rendu l'exploitation impossible.

T1c. Calcaire à crinoïdes, dit de Landelies, à *Spirifer torn censis*. Puissance 18 m.

Ces calcaires ont été exploités pour pierres de taille. Outre le fossile cit ils contiennent de grands polypiers *Amplexus*, *Zaphrentis*, etc., assez abo dants et qui permettent souvent de les reconnaître à première vue. Ils n renferment pas de *cherts*. Les intercalations schisteuses y sont rares.

ıch. Calschistes et calcaires à chaux hydraulique, dits de Tournai. Puissance 8 à 10 mètres.

Ces couches sont bien visibles dans la paroi NE. de la carrière précé- ›nte. Elles sont surtout formées de schistes calcareux grossiers, extrême- ent fossilifères. Malheureusement, les fossiles y sont assez mal conservés. y a aussi quelques bancs de calcaire impur qui seraient peut-être propres la fabrication de la chaux hydraulique. Une partie de cette assise est ıchée par la végétation.

B. *Tournaisien supérieur. Assise des Ecaussines ou de Waulsort* (*T2*).

'2a. Calcaire à crinoïdes, dit d'Yvoir. Puissance 6 à 8 m.

Cette assise n'est visible qu'à mi-hauteur et à la partie supérieure des scarpements. Elle est généralement caractérisée par l'existence de bandes ontinues ou subcontinues de cherts noirs, parallèles à la stratification; ıalgré des recherches attentives, je n'ai pu y découvrir une seule de ces oncrétions siliceuses. C'est le seul point de notre Calcaire carbonifère où 'aie constaté l'absence de cherts à ce niveau.

T2by. Dolomie claire à crinoïdes. Puissance 25 à 28 m.

Cette dolomie est incontestablement l'équivalent du petit-granite qui, sur 'Ourthe notamment, surmonte immédiatement le calcaire d'Yvoir. Elle est ıssez nettement stratifiée, sauf vers le haut où les bancs deviennent plus épais et où la roche prend, par endroits, une apparence massive. Elle est de couleur plutôt claire et contient assez bien de tiges de crinoïdes. On y trouve aussi des *Syringopora*. Briart, sur la foi de De Koninck, considère ce fossile comme caractéristique du Tournaisien et sa présence lui paraît un argument de plus en faveur de l'assimilation de la dolomie à crinoïdes au petit-granite. De fait, les *Syringopora* se rencontrent le plus souvent dans les couches inférieures de notre Calcaire carbonifère. Il n'est pas fort rare cependant d'en trouver dans le Viséen et je me souviens, pour ma part, d'avoir, aux environs de Boulogne, trouvé ce fossile dans le calcaire à *Productus cora* et même dans les couches supérieures à ce niveau. Quoi qu'il en soit, et par analogie avec ce qui se voit ailleurs dans notre Carbonifère, il ne paraît pas douteux qu'il faille ranger la dolomie à crinoïdes au sommet de l'étage tournaisien.

II. Viséen (*V*).

A. *Viséen inférieur ou assise de Dinant* (*V1*).

V1. Dolomie noire, non crinoïdique, dite de Namur, stratifiée ou massive, avec intercalations de bancs calcaires, à cherts, contenant *Chonetes papilionacea*. Puissance 100 m.

Cette assise comprend d'abord 40 à 45 m. de dolomie noirâtre, non cri-

noïdique, stratifiée, avec nombreuses géodes remplies de calcite spathique et quelques rares intercalations de calcaire dolomitique ; puis viennent 28 m. de calcaire gris noir dont les premiers bancs, assez minces, contiennent des cherts en lits subcontinus, ainsi que d'autres concrétions siliceuses fort bizarres ; les bancs suivants sont plus gros, de couleur plus claire ; ils sont fossilifères et on y trouve notamment, en assez grande abondance, *Chonetes papilionacea*. Un certain nombre de ces bancs calcaires sont légèrement dolomitisés et ils contiennent quelques intercalations de dolomie noire bien caractérisée. Enfin, l'assise se termine par de la dolomie noire, massive ou mal stratifiée. Un caractère qui distingue cette dolomie de la dolomie tournaisienne, c'est qu'elle devient pulvérulente par altération. Je n'ai point retrouvé avec certitude les quelques bancs minces de calcaire à texture compacte et à cherts que Briart dit exister à la base de l'assise (1), au contact de la dolomie tournaisienne et qu'il considère, assez arbitrairement du reste, comme l'équivalent du marbre noir (*V1a*).

Il ne me paraît pas utile de tenter de subdiviser cette assise ; tout ce qu'on peut dire, c'est que les bancs calcaires à *Chonetes papilionacea* devraient plutôt être rangés dans le niveau supérieur, désigné sous la notation *V2b* par la légende de la Carte officielle.

B. *Viséen supérieur* (*V2*) *ou assise de Visé.*

V2a. Calcaire oolithique ; calcaire gris blanc en gros bancs et à nombreux clivages ; calcaire blanc, massif, d'une grande pureté. *Productus cora*. Puissance 225 m.

Immédiatement sous la dolomie viséenne, apparaissent des calcaires fort nettement oolithiques, en gros bancs, à nombreux clivages; il s'y trouve quelques bancs de dolomie claire, dans laquelle la texture oolithique reste visible. Ils sont suivis de calcaire gris clair, en assez gros bancs qui sont parfois légèrement et irrégulièrement dolomitisés. Ils présentent souvent une texture fort intéressante, que j'ai rencontrée maintes fois dans les roches de ce niveau et à des endroits fort distants les uns des autres, par exemple aux environs de Namur, près de Verviers, etc. ; la roche ressemble, par endroits, à une brèche à petits éléments entourés d'une pâte calcaire, parfois oolithique ; ces éléments, qui sont toujours subanguleux ou même arrondis, ne paraissent pas provenir de la désagrégation de rochers préexistants ; ils ressemblent plutôt à des concrétionnements irréguliers autour de certains centres d'attraction ; dans certaines plages de la roche, cette apparence est fort nette et cette origine semble indéniable ; ailleurs, le caractère détritique de la roche semble prédominer.

(1) *Loc. cit.*, p. 82.

Au-delà, on trouve, sur une épaisseur de plus de 100 m., un calcaire massif d'une blancheur éclatante, parcouru par de nombreuses cassures qui, par endroits, simulent à s'y méprendre la stratification ([1]). Il contient de nombreux *Productus cora*. Il est d'une grande pureté et est activement exploité pour servir notamment en verrerie et en glacerie. Bien que le calcaire de ce niveau revète souvent une apparence massive, je n'ai constaté nulle part ailleurs cette absence complète de stratification.

Je range tous les calcaires que je viens de décrire dans le niveau qui forme la base du Viséen supérieur, *V2a*. Je ne me dissimule pas qu'il serait possible de faire rentrer toute la partie inférieure, contenant les calcaires oolithiques et les calcaires gris à apparence détritique ou vaguement bréchiforme, dans le Viséen inférieur. La paléontologie fournirait peut-être des arguments en faveur de cette dernière manière de voir. Mais en réalité, j'attache à cette question de limites d'assises assez peu d'importance et je crois qu'au point de vue pratique et pour la région qui nous occupe, il est plus commode de ne pas séparer des calcaires qui ont entre eux d'assez grandes ressemblances au point de vue minéralogique.

V2b. Calcaire gris, souvent grenu, bien stratifié, parfois traversé par des veines blanches de calcite. Puissance 65 à 70 m.

Ce calcaire apparaît déjà à la paroi est de la grande carrière de calcaire blanc à *Productus cora*. Il est surtout visible dans l'excavation suivante, le long de la Sambre, où il a fait l'objet d'une exploitation actuellement abandonnée. Il est généralement gris, grenu ou subgrenu; quelques bancs contiennent d'abondantes tiges noires de crinoïdes; il est parfois, surtout vers le sommet de l'assise, parcouru par des veines de calcite blanche qui le font ressembler quelque peu au marbre dit *bleu-belge*; Briart a le tort de désigner l'assise *V2b* sous ce nom de bleu-belge, alors qu'il conviendrait, pour éviter toute confusion, de réserver cette appellation au marbre bleu noir, veiné de blanc, appartenant au niveau *V2c*, qui s'exploite surtout à Bioulx et à Warnant ([2]).

Vers le milieu de l'assise, on trouve, dans la coupe de la Sambre, une sorte de cassure d'allure verticale, de 12 à 15 m. de large, contre laquelle les couches viennent buter fort nettement (voir pl. X, fig. 5); elle est remplie par une brèche à éléments assez homogènes, parmi lesquels on distingue surtout des fragments des bancs encaissants et, notamment, du calcaire

([1]) Il y a une erreur dans le plan et la coupe qui accompagnent cette notice : le calcaire blanc massif commence une quarantaine de mètres avant la carrière où il est exploité.

([2]) L'expression, purement commerciale, de *bleu-belge* s'applique aussi à un marbre frasnien qui s'exploite notamment à Merlemont et qui a une grande analogie avec le marbre de Bioulx.

grenu à crinoïdes noires; le ciment est peu apparent ; il semble parfois argileux et rougeâtre, mais il est le plus souvent spathique; la calcite est, en tout cas, fort abondante et remplit tous les joints et toutes les cavités de la roche. Il est difficile de préciser l'âge et le mode de formation de cette fracture; si elle est accompagnée d'un rejet, celui-ci est à coup sûr fort peu important, les bancs calcaires ne paraissent guère différents de part et d'autre de la cassure et celle-ci ne semble affecter en rien la régularité et la continuité de la coupe. Quoi qu'il en soit, je pense que la brèche qu'elle contient n'a rien de commun avec la puissante assise de brèche que nous allons voir quelques mètres plus loin et qu'on a simplement affaire à une brèche de remplissage.

V2cx. Brèche massive, à éléments calcaires, hétérogènes, de volume très variable, à ciment gris ou rouge, argileux ou argilo-calcaire. Puissance 60 m.

Le passage des bancs précédents à la brèche se fait insensiblement; la stratification devient de plus en plus confuse et le caractère bréchiforme, d'abord indistinct, apparait petit à petit; quelques bancs de l'assise précédente, visibles au bas de l'escarpement, ne se prolongent pas vers le haut et viennent buter contre la brèche. Les éléments de la brèche sont assez hétérogènes; ils sont de volume variable; les plus gros éléments semblent se trouver au voisinage des bancs du calcaire *V2b*; cependant il faut remarquer que, même près du contact de ces bancs, on trouve des plages de brèche à éléments fort petits. Le ciment, d'abord gris et calcareux, devient de plus en plus argileux et rougeâtre. C'est vers le haut de l'assise, que se trouvent les meilleures qualités exploitables pour marbre. La brèche n'est nulle part stratifiée; par endroits cependant, on distingue de vagues apparences de bancs assez bien parallèles à la stratification générale; parfois, on trouve quelques petits bancs bien nets de calcaire non bréchiforme, entourés de toutes parts par la brèche massive contre laquelle ils viennent buter.

J'ai trouvé dans la brèche deux cailloux fort nettement roulés, deux vrais galets calcaires aplatis; ils n'étaient pas englobés dans le ciment rouge, ils semblaient plutôt se trouver au milieu d'un gros élément calcaire de la brèche.

L'assise se termine à un gros banc calcaire de 4 mètres d'épaisseur, sur lequel la brèche repose en stratification renversée et qui contient, par endroits, de véritables accumulations de petits brachiopodes. Immédiatement sous ce banc, existe un autre banc d'environ 2 m. d'épaisseur, constitué par une brèche grise à petits éléments et à ciment spathique.

Briart se refuse à considérer la puissante masse de brèche que je viens de décrire comme une assise proprement dite et lui attribue une origine dynamique. Au contact de la brèche et des couches sur lesquelles elle repose

en stratification renversée, ce savant croit, en effet, reconnaître le passage d'une faille importante, ou plutôt de deux failles, les failles de Leernes et de Fontaine-l'Evèque, dont les plans de poussée coïncideraient précisément en ce point de la coupe de la Sambre ; ce serait pendant le mouvement de transport dû à ces failles, que les calcaires du toit se seraient brisés et désagrégés et que se seraient formées les accumulations de brèches observées. Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette théorie ; je me bornerai à dire qu'une étude attentive de la brèche de Landelies et, en général, de toutes nos brèches carbonifères, m'a convaincu que la théorie de Briart est absolument insoutenable et que ces brèches ont une origine détritique ou sédimentaire ; elles forment une assise distincte, qui peut même être considérée comme un bon horizon géologique et qui doit recevoir une notation distincte et non une simple notation de facies ; si j'ai, dans ce travail, noté la brèche *V2cx*, c'est simplement pour me conformer aux indications de la légende officielle actuellement admise.

V2c. Calcaire noir, compact, dit à *Productus giganteus*, contenant, vers la base, des bandes de cherts noirs et vers le sommet des lits de schistes charbonneux. Puissance 70 à 80 mètres (?).

Ces bancs, compacts ou subcompacts, ont parfois une texture rubannée due probablement à l'existence d'organismes (stromatoporoïdes). Je n'y ai point rencontré le fossile que la légende officielle considère comme caractéristique de cette assise et qui y est, du reste, assez rare. Les cherts que contiennent les bancs inférieurs n'existent pas fréquemment à ce niveau ; au contraire, les lits de schistes charbonneux, dits à tort lits d'anthracite, sont d'une grande constance dans tous le pays. C'est surtout au voisinage du Houiller qu'ils se rencontrent. Il n'est pas possible de déterminer exactement la puissance de cette assise. Les bancs exploités dans les carrières de Monceau-sur-Sambre ont une épaisseur de 50 m. ; comme on ne voit ni le contact avec la brèche ni le contact avec le Houiller, je crois qu'on peut, sans exagérer, évaluer la puissance totale de l'assise à 70 ou 80 m. [1].

Au-delà des carrières de Monceau-sur-Sambre, on voit quelques affleurements de schistes et de phtanites houillers, qui semblent en concordance de stratification avec les bancs calcaires.

Les premières couches rencontrées dans la coupe sont voisines de la verticale ($i = 80°$ SW.); puis, au fur et à mesure qu'on remonte la série, elles se renversent de plus en plus vers le Sud, au point qu'à partir des couches à *Productus cora*, on croirait avoir affaire à une série de plateures régulières. La coupe de Briart et

[1] La puissance figurée dans la coupe est trop forte.

la mienne sont identiques, sauf en ce qui concerne les épaisseurs d'assises, depuis les premières couches tournaisiennes jusqu'à la brèche. Mais au contact de cette formation et des couches sur lesquelles elle repose en stratification renversée, Briart, comme je l'ai dit plus haut, fait passer les deux failles de Leernes et de Fontaine-l'Evêque (fig. 6), dont il suppose que les deux plans de

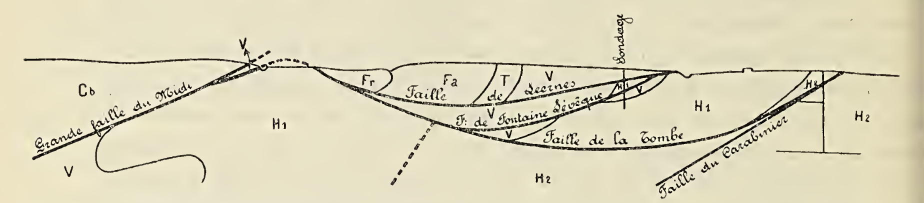


FIG. 6. — Coupe verticale passant par la ligne AA de la figure 1, page 240, d'après A. BRIART.

poussée coïncident en ce point. Comme je suis, au contraire, convaincu que ces failles ne passent pas dans la coupe de la Sambre et comme il s'agit, en somme, d'une question assez importante au point de vue de la géologie de la région, je me permettrai d'insister quelque peu sur ce point.

Voyons sur quels arguments Briart se base pour soutenir son opinion. Il apparaît clairement, à la lecture attentive de son mémoire, qu'il s'appuie surtout sur l'origine dynamique de la brèche. Cette hypothèse et celle de l'existence des failles dont il est question sont tout à fait inséparables dans son œuvre et se prêtent un mutuel appui. J'ai déjà dit mon opinion sur la brèche de Landelies : mais, si même la théorie de Briart était admissible, il est évident qu'on ne pourrait l'invoquer pour *démontrer* l'existence d'une faille qu'au prix d'une véritable pétition de principe.

« En résumé, » dit Briart [1], « la structure bréchiforme, d'abord » nulle et indécise, s'accentue de plus en plus jusqu'à la faille où » elle se termine brusquement. *En dessous, les bancs recom-» mencent en stratification régulière. Par cela même, la faille » nous paraît incontestable* ». J'avoue ne pas bien saisir l'argument. « Mais il y a plus, » continue notre auteur, « son plan de » poussée recoupe successivement plusieurs bancs, depuis son » apparition à la base de la carrière, jusqu'à son arrivée au

[1] *Loc. cit.*, p. 88.

» sommet ». Ceci serait, évidemment, une raison plus sérieuse, pas encore très probante cependant pour établir l'existence d'une grande faille; malheureusement, j'ai en vain cherché à vérifier le fait et, lors de l'excursion de la Société, j'ai appelé sur ce point l'attention des membres présents, sans que l'espèce de discordance signalée par Briart parût évidente à personne.

Disons encore que Briart, pour mieux faire ressortir l'absence de signification stratigraphique des brèches, classe, de façon tout arbitraire du reste, dans son assise *Ve* (*V2b* de la légende actuelle), quelques couches qui se trouvent sous la brèche et qu'il convient évidemment de réunir aux calcaires *Vg*, à *Productus giganteus* (*V2c*).

Ainsi donc, aucun fait positif tiré de l'examen de la coupe de la Sambre ne démontre la réalité du passage des failles de Leernes et de Fontaine-l'Evêque. En revanche, la parfaite régularité de la coupe de part et d'autre de la brèche est un argument très puissant en faveur de l'opinion contraire. C'est ce qu'a très bien compris M. le chanoine de Dorlodot qui s'est fait le défenseur des idées de Briart et qui, dans son mémoire sur la *Genèse de la crête du Condroz et de la Grande Faille* (1), explique le mouvement du lambeau de Landelies par une rotation « autour d'un axe passant » vers l'intersection de la ligne de la faille de Leernes avec la » Sambre. » Pour diverses raisons, je ne suis guère partisan de cette manière de voir, mais il faut reconnaître que, à première vue, elle semble bien confirmée par la carte de Briart (voir fig. 1, p. 240).

De cette façon, on pourrait dire que, dans la coupe de la Sambre, c'est-à-dire au voisinage de l'axe de rotation, la faille de Leernes existe, mais qu'elle a un rejet nul ou négligeable. Mais cette explication elle-même, pour ingénieuse qu'elle soit, n'est pas satisfaisante, car il faut bien remarquer, *toujours d'après Briart*, que la partie des escarpements qui se trouve au sud-ouest des prétendues failles, appartient au massif de Landelies, c'est-à-dire au troisième lambeau refoulé et que le reste de la coupe fait partie du massif de la Tombe, c'est-à-dire du premier massif refoulé. En d'autres termes, le rejet qu'on devrait constater entre ces deux parties de la coupe est égal à la somme des rejets des failles de Leernes et de Fontaine-l'Evêque. Nous avons vu comment il est possible d'expli-

(1) *Ann. Soc. scient. de Brux.*, page 41 du tiré à part, note (**), 1898.

quer que le rejet de la faille de Leernes soit nul. Pour que la régularité de la coupe ne soit pas rompue, il faut donc que le rejet de la faille de Fontaine-l'Evêque soit également nul.

Ainsi donc, *si l'on s'en tient au tracé de Briart,* il faut admettre qu'à son tour le massif de Fontaine-l'Evêque ait accompli un mouvement de rotation, qu'aucun fait ne démontre, et cela précisément autour du même point que le massif de Landelies. Ou bien, il faut se résoudre à nier résolument l'existence de la faille de Fontaine-l'Evêque, même en dehors de la coupe de la Sambre. Pour ma part, et bien que je n'aie pas achevé l'étude de la région, je n'hésite pas à admettre dès à présent cette dernière opinion.

En résumé, il résulte de la présente discussion que les observations *faites dans la seule coupe de la Sambre* semblent difficilement compatibles avec certains tracés de failles figurés par Briart sur sa carte.

Au delà de la brèche, comme l'indique la vue en plan, les couches décrivent un anticlinal, d'abord peu accentué, dont l'axe est à peu près parallèle à la direction de la Sambre. On suit très facilement cet anticlinal dans les excavations qui se voient depuis la carrière de brèche jusqu'à la tranchée du chemin de fer du Nord; près de cette tranchée, on remarque une disposition de couches qui paraît, à première vue, assez singulière ; le haut de l'escarpement est occupé par des plateures inclinant légèrement au Sud, tandis que la partie inférieure est formée de dressants à pendage nord ; la chose s'explique très simplement par le seul fait que l'axe du pli est incliné vers le Sud (fig. 7).

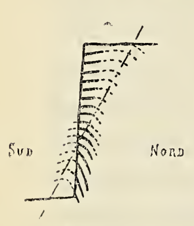


Fig. 7.

Dans la tranchée du chemin de fer du Nord, on voit d'abord affleurer les plateures du haut de l'escarpement, suivies immédiatement par les couches en dressants ; bien qu'on ne puisse voir ces allures se raccorder l'une à l'autre, il me paraît évident que c'est le pli de la coupe de la Sambre qui réapparaît. Le crochon de tête de cet anticlinal que j'ai figuré, en XX', par des traits interrompus (pl. X, fig. 4) plonge visiblement vers l'Ouest ; l'espèce de rejet vers le Nord subi par ce crochon, au passage dans la tranchée du chemin de fer du Nord, n'est qu'apparent et tient simplement au fait que la coupe

du chemin de fer est à un niveau supérieur à celui de la coupe de la Sambre et que l'axe du pli incline au Sud.

Il est donc bien évident qu'il n'existe pas deux anticlinaux distincts, comme semble le laisser supposer le tracé de Briart, visiblement incorrect, au surplus, en ce qui concerne la façon de raccorder la coupe de la Sambre et celle de la tranchée. Ajoutons que rien ne me paraît démontrer l'existence des trois petites failles que Briart croit avoir reconnues dans la tranchée et que, selon moi, les couches décrivent, dans cette tranchée, une série de plis parfaitement réguliers : après l'anticlinal dont je viens de parler, les calcaires à *Productus giganteus* dessinent un synclinal contenant, au centre, de la brèche ; puis vient un large anticlinal, suivi lui même d'un nouveau synclinal, dont le bord nord n'apparaît que dans les carrières de Monceau-sur-Sambre et au centre duquel se voit également de la brèche. Mais il ne faut pas perdre de vue que nous sommes en stratification renversée et que ces divers plis sont des *plis retournés* ; les couches formant le bord nord des anticlinaux ont donc subi une rotation très considérable : après avoir été redressées, puis renversées vers le Sud jusqu'à l'horizontale, elles ont continué la rotation jusqu'à devenir à peu près verticales, tournant ainsi sur elles-mêmes d'environ 270°. La présence de brèche *au centre de synclinaux* formés par des couches *plus récentes* démontre bien, du reste, que ces synclinaux sont en réalité des voûtes retournées.

Après ce qui précède, il est à peine besoin de dire que je considère comme tout à fait inadmissibles les idées exprimées par Briart au sujet des brèches de la tranchée; pour ce géologue, la surface de contact entre ces brèches et les couches de calcaire à *Productus giganteus*, où elles sont enclavées, serait constituée également par une faille, mais par une faille remaniée. « Quelle » serait donc », (1) dit-il, « cette faille de la tranchée dont » le mouvement a été suffisamment grand pour produire des » brèches aussi considérables et dont il n'a pas été parlé dans la » description que j'ai donnée des failles du pays de Landelies ? » Il me paraît parfaitement rationnel d'y voir la première mani- » festation de la faille de Leernes qui se serait produite en deux » périodes distinctes. Le mouvement suivant le plan primitif de

(1) *Loc. cit.*, p. 97.

» poussée aurait été suspendu, pour une cause quelconque, pendant » un temps plus ou moins long et le mur remis en mouvement » avec le toit qu'il supportait : des plissements en auraient été le » résultat et ils auraient affecté le mur, le toit et le plan de la faille » lui-même dans leur partie la plus septentrionale. Plus tard, ce » mouvement se serait arrêté à son tour et le cheminement du » toit sur le plan primitif de poussée aurait repris, mais pour la » partie méridionale seulement et en se créant un nouveau plan de » poussée, pour la partie septentrionale, au-dessus des brèches » plissées et arrêtées définitivement.

» On doit reconnaître dans cette dernière poussée qui a produit » la faille de Leernes définitive, une analogie frappante avec la » poussée qui a produit la faille de Fontaine-l'Evêque aux dépens » de la faille de la Tombe et la faille primitive de Leernes elle-» même aux dépens des deux premières. Il y a, peut-être, un peu » plus de complexité dans le cas actuel en ce sens que le mur s'est » remis en mouvement.

» N'est-ce pas à ce double mouvement, d'où est résulté une » double trituration des roches, que nous devons demander la » différence marquée entre l'aspect des deux brèches, celle de » Landelies étant plus multicolore quant aux fragments et à » la pâte cimenteuse que celle de la tranchée.

» Il en résulte, comme première conséquence, que les brèches » rouges de la région, bien que de même âge originel, appartiennent » réellement, par le fait de ce remaniement, à deux époques » distinctes, très rapprochées évidemment et séparées seulement » par la formation des plis de la tranchée... ».

On voit, par ce passage, à quelle hypothèse compliquée et improbable Briart devait avoir recours pour expliquer la formation des brèches de la tranchée et leurs relations avec celle de la Sambre. Au contraire, si on fait abstraction des idées théoriques, touchant l'origine des brèches, qui causèrent l'erreur de Briart, il suffit d'un simple coup d'œil jeté sur ma coupe verticale et surtout sur la vue en plan, pour se convaincre que toutes les brèches rencontrées constituent une seule et même formation, se comportant absolument comme les autres formations sédimentaires et qui se trouve ramenée plusieurs fois au jour par des plissements.

Pour ce qui est de l'interprétation générale de la coupe, il est visible que les couches dessinent un pli couché.

Dans la figure 8, j'ai représenté ce pli de façon à serrer d'aussi près que possible la réalité. J'ai tracé à petite échelle la coupe de Calcaire carbonifère telle que l'ai dressée ; j'ai donné au Famennien la puissance que lui attribue la carte de Briart et je l'ai représenté en dressants à peu près verticaux, d'après mes propres observations et celles de M. le chanoine H. de Dorlodot [1] ; j'ai figuré les deux voûtes décrites par le Frasnien. Quant au terrain houiller, je l'ai représenté, avec M. J. Smeyters, affectant une série de plis normaux, c'est-à-dire non retournés, à axe incliné vers le Sud. J'ai tracé également, d'après les travaux de ce dernier savant, l'allure de la faille de la Tombe, dont le parcours souterrain a pu être déterminé assez exactement par les

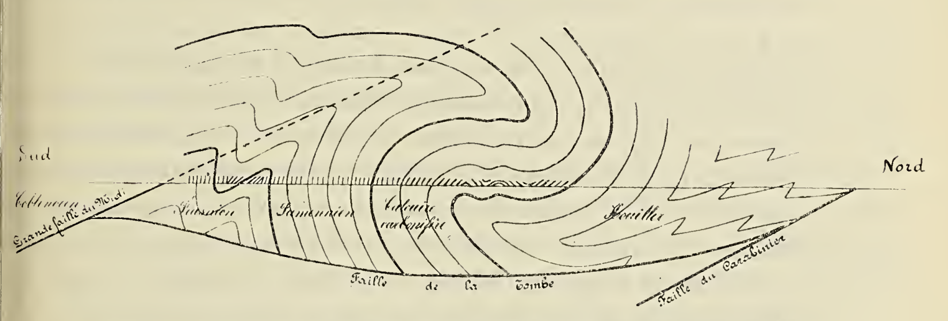


Fig. 8. — Coupe verticale, de Landelies à Monceau-sur-Sambre, montrant l'allure des couches du massif de la Tombe. Echelle approximative de 1 : 50 000.

travaux de charbonnages; vers le Nord, j'ai fait coïncider son plan de poussée avec celui de la faille du Carabinier. Enfin, me conformant en cela aux idées théoriques jusqu'à présent admises, je l'ai raccordée souterrainement avec la faille du Midi; je dois dire cependant qu'à mon sens, il serait également possible d'admettre que les plans des deux failles se coupent.

J'ai fait abstraction, dans la coupe, de la faille plate de Forêt, qui, d'après M. Smeysters, se raccorderait également à la faille du Carabinier et délimiterait un petit lambeau de terrain houiller superposé au Houiller du massif de la Tombe. Quant aux deux failles de Leernes et de Fontaine-l'Evêque, je n'ai naturellement pu les figurer, puisque je considère comme démontré qu'elles

[1] *Loc. cit.*, p. 66 du tiré à part.

n'existent pas dans la coupe de Calcaire carbonifère et que rien ne m'autorise à les faire passer hypothétiquement au travers du terrain houiller. Est-ce à dire que, contrairement aux idées de Briart et abstraction faite du petit lambeau de recouvrement de Forêt, les phénomènes de charriage des environs de Landelies ne se sont effectués qu'en deux phases correspondant à la productio de la faille de la Tombe et à celle de la faille du Midi ? Il serai téméraire d'oser l'affirmer dès à présent, et il faudrait, en tou cas, pour cela, faire à nouveau le levé complet de la région Mais, cette question mise à part, la coupe que je publie et qui, j'y insiste, n'est pas une coupe théorique, mais une coupe réelle, m paraît donner lieu à quelques observations intéressantes. Ell montre que les couches qui composent le massif refoulé dessinen un pli en S renversé ou « pli couché » assez important ; que l branche moyenne de l'S, ou flanc inférieur de l'anticlinal, n'a sub aucun étirement et que la faille limitant inférieurement le massi coupe les couches suivant leur tranche et très probablement e allures à inclinaison nord ; qu'elle ne passe pas suivant la branch moyenne de l'S, mais qu'au contraire, elle recoupe sa branch inférieure ; que, par conséquent, cette faille ne peut être assimilé à un pli-faille et que la théorie de Marcel Bertrand ne semble pa applicable au cas de Landelies. Ce n'est là, du reste, que la confir mation d'une idée défendue avec un grand luxe d'arguments, pa M. le chanoine de Dorlodot, dans le travail que j'ai déjà cité Pour ce qui est du mécanisme des phénomènes de charriage, l coupe que j'ai tracée ne laisse pas d'être assez suggestive, en c sens qu'elle montre de façon tout à fait manifeste, qu'elle rend, e quelque sorte, tangible la poussée sud à laquelle on attribu justement ces phénomènes ; elle fait assez bien ressortir que c'es à une pression et non à un étirement que sont dues les failles d refoulement. Le premier effet de cette pression a été la formatio du grand pli couché ; il semble donc bien que celui-ci ne soit pa intervenu directement dans la genèse des grandes failles de trans port, mais qu'il en fut en quelque sorte le prélude, qu'il fut produi pendant une phase préliminaire du phénomène.

---

14 NOVEMBRE 1905.

Observations relatives au travail de M. V. Brien:

DESCRIPTION ET INTERPRÉTATION DE LA COUPE DE

Calcaire carbonifère de la Sambre, à Landelies,

PAR

M. LOHEST [1].

Je ne suis pas d'accord avec M. Brien sur l'interprétation de la faille de la Tombe. M. Brien admet que cette cassure ne peut être un pli-faille ; son principal argument est que l'on n'y constate pas d'étirement dans le Calcaire carbonifère. J'estime que cet étirement n'est pas nécessaire. Il existe des roches de nature différente : schistes, grès et calcaire ; les schistes, flexibles et compressibles, peuvent s'étirer ; il n'en est pas de même des grès et des calcaires, qui sont cassants et qui se brisent au lieu de s'allonger.

La coupe figurée (pl. X, fig. 2) est, comme le dit M. Brien, une coupe réelle. J'ai eu l'occasion de la vérifier en compagnie de l'auteur et je me plais à rendre hommage à la précision et à l'exactitude apportées dans son levé. D'autre part, sur la coupe de la figure 8, p. 255, M. Brien a eu soin de distinguer l'hypothèse de la réalité. Or, au lieu de continuer, en profondeur, les allures du Famennien et du Carboniférien, de manière à leur donner une inclinaison vers le Nord, on peut tout aussi bien admettre un retour de l'inclinaison vers le Sud au-dessus de la faille de la Tombe. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que les grands plis couchés sont toujours compliqués d'ondulations secondaires, modifiant continuellement les allures et il serait incorrect d'affirmer que les inclinaisons observées à la surface vont se poursuivre, en profondeur, sans modification. Or, si l'on fait cette modifica-

[1] Communication faite à la séance du 19 mars 1905.

tion à la figure 8, on s'aperçoit de ce que la coupe observée vient alors confirmer la théorie du pli-faille, proposée par M. Marcel Bertrand.

Les grandes lignes de cette théorie dite de M. Marcel Bertrand ont, d'ailleurs, été indiquées, en Belgique, par divers ingénieurs: Cornet et Briart, Arnould, antérieurement à la publication du savant français (1). Cette théorie permet l'explication des allures les plus compliquées observées tant en Belgique que dans le nord de la France. Il serait assez facile de répondre aux objections qu'on lui a faites. Elle rend parfaitement compte du *retournement* des terrains anciens sur le système houiller, fait très difficile à expliquer par une autre hypothèse. Par les figures schématiques ci-jointes (fig. 1, 2, 3), analogues à celles publiées par M. Marcel Bertrand pour la France, on peut voir que, si l'on suppose enlevé par érosion tout ce qui est supérieur aux lignes pointillées 11', 22', 33', 44' de la figure 3, la partie supérieure restante correspond remarquablement aux coupes nord-sud faites à travers le terrain houiller belge.

La partie inférieure à la ligne 11' reproduit exactement l'allure d'une coupe nord-sud passant par Boussu, où, au Nord, un lambeau de Silurien, suivi de Dévonien moyen et supérieur et de Calcaire carbonifère, se trouve retourné sur le terrain houiller, tandis qu'au

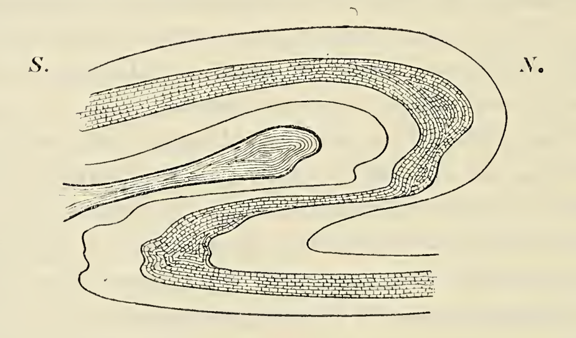


FIG. 1.

Coupe verticale dans un pli en S, analogue à celui invoqué par divers auteurs belges dans l'explication de l'accident de Boussu.

Pour la facilité de l'interprétation des figures 2 et 3, ce pli est supposé orienté Sud-Nord, le Sud étant à la gauche du lecteur. Les figures 2 et 3 ont la même orientation.

(1) Voir *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, pp. B 82-83 et B 90-93.

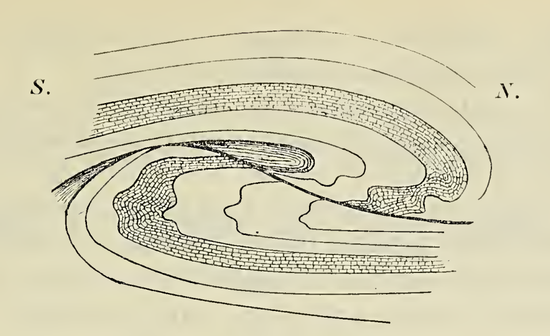


Fig. 2.

Accentuation de la poussée sud sur le pli de la figure I. Etranglement et détachement d'un noyau anticlinal ; production de faille et de charriage. Voir, au sujet de ces figures théoriques : Heim et de Margerie. Les dislocations de l'écorce terrestre, pp. 60 et 67.

Sud, ce même terrain, en stratification renversée, est mis en contact avec le Dévonien inférieur.

La partie inférieure à la ligne 22' représente la disposition générale d'une coupe passant par Landelies.

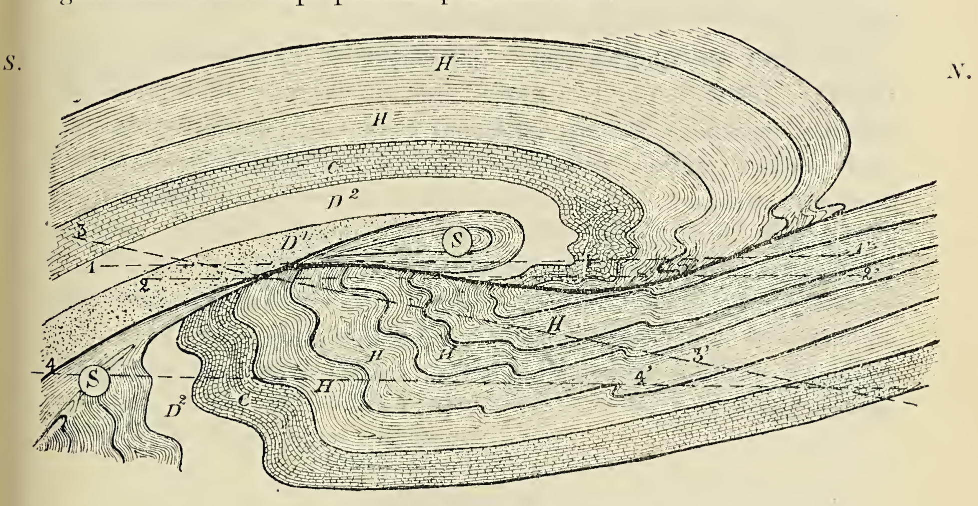


Fig. 3.

Application de la figure théorique 2 à l'explication de l'allure du terrain houiller belge, depuis Boussu, à l'Ouest, jusqu'à Liége, à l'Est.

H. Houiller.
C. Calcaire carbonifère.
D^2. Dévonien supérieur et moyen.
D^1. Dévonien inférieur.
S. Silurien.

On sait qu'il y a dissymétrie originelle de part et d'autre de la crête silurienne du Condroz, le Dévonien inférieur n'étant représenté qu'au sud de cette crête.

La partie inférieure à la ligne 33' est conforme aux grands traits de l'allure du terrain houiller de Liége.

Enfin, la partie inférieure à la ligne 44' reproduit l'arrangement des couches dans une coupe méridienne passant par Huy.

On voit donc que la théorie d'un pli en S rend parfaitement compte, dans leurs grandes lignes, de toutes les allures observées depuis l'extrémité ouest de la bande houillère jusqu'à Liége.

Cette théorie est-elle vraie dans tous ses détails ? J'en doute. Nous sommes bien forcés, dans ces hypothèses de tectonique, de supposer un parallélisme entre les allures superficielles et les allures profondes. Or rien n'est, vraisemblablement, plus inexact.

L'allure en zigzac, pour ainsi dire caractéristique du terrain houiller, ne se retrouve pas avec sa complication dans les calcaires et grès dévoniens et dans les calcaires carbonifères. Ces derniers sont parfois très chiffonnés dans leurs assises supérieures et très régulièrement stratifiés dans l'assise inférieure d'une même coupe. C'est le cas habituel dans le Condroz et la coupe de Comblain-au-Pont en offre un exemple remarquable.

A la suite de nombreuses expériences de plissement, je suis porté à admettre que les allures plus ou moins compliquées des couches, dépendent de leur épaisseur et de leur plasticité relative. Des couches molles, comprimées entre des masses résistantes donnent naissance à des failles venant mourir en profondeur (1). Telles sont les queuvées des couches de houille, dues à la plasticité relative de la houille. Et, dans cet ordre d'idées, on pourrait considérer la faille eifélienne comme une immense queuvée des schistes siluriens, comprimés entre des roches dures qui les contiennent : les quartzites cambriens à la base et les grès dévoniens au sommet.

---

(1) Voir M. Lohest. Expériences relatives à la situation géologique des gisements de pétrole. *Procès-verbaux des séances de la Section de Géologie appliquée du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées. Liége*, 1905, pp. PV. 33-37, 26 juin 1905.

OBSERVATIONS PALÉONTOLOGIQUES
sur le mode de formation du terrain houiller belge,

PAR

A. RENIER (1).

(Planche XI).

Cette note, présentée à la séance du 21 mai 1905 de la Société géologique de Belgique, n'a pu être rédigée que cinq mois après. Telle que je l'avais exposée, elle ne comportait qu'une simple description de quelques observations sur les *Stigmaria*. Mais je me suis vu amené à lui donner ici une portée plus générale, afin de tenir compte des remarques que M. M. Lohest a bien voulu me faire en cette séance, et encore afin de pouvoir utiliser, d'une part les données complémentaires que j'ai eu l'occasion de recueillir depuis la présentation de mon travail et, d'autre part, certains mémoires développés au Congrès de géologie appliquée tenu à Liége en juin dernier.

Je dois dire ici tous mes remerciements à M. Kemna, professeur à l'Athénée royal de Liége, qui a bien voulu se charger si gracieusement de photographier quelques échantillons remarquables, ainsi qu'à MM. les ingénieurs des Charbonnages Réunis de Charleroi, qui m'ont facilité souvent la bonne marche de mes études, et enfin à M. Julien Fraipont, professeur à l'Université de Liége, pour ses aimables encouragements.

CHAPITRE I.

Toit et mur.

Une description détaillée du terrain houiller belge, qui seule pourrait servir de base à l'édification d'une théorie sur son mode de formation, débuterait utilement par la définition des deux

(1) Communication faite à la séance du 21 mai 1905.

variétés de roches que le mineur distingue sous les noms de *toit* et de *mur*. L'examen approfondi des caractères du toit et du mur permet, en effet, de déduire des conclusions capitales sur le facies du terrain houiller.

Je m'attacherai donc, dans ce premier chapitre, à établir la distinction géologique de ces roches. Je n'ignore pas que de nombreux travaux ont déjà été écrits dans ce but, notamment pour ne parler que de ce qui a été fait en Belgique, l'essai publié, il y a quelques années, par M. G. Schmitz (**1**). Mais le fait nouveau que j'apporte, m'oblige à reprendre l'ensemble du sujet.

* * *

Si, par couche de houille, nous comprenons non seulement les veines exploitables, mais encore les veiniats ou veinettes, et même les simples passées de veine qui, à un point de vue absolu, sont identiques aux veines, nous constatons, en étudiant en de nombreux points le terrain houiller belge, que, en règle générale, c'est-à-dire dans le cas de loin le plus fréquent, toute couche de houille en position normale repose sur un mur et est recouverte par un toit. De là, le nom donné à ces variétés de roches.

On connaît cependant des couches qui ont pour toit immédiat une roche de mur, telle *Petite-Pieuse* à l'étage de 700 m., bouveau à 750 m. Ouest, du puits n° 4 des charbonnages de Monceau-Fontaine, et d'autres qui ont pour mur une roche à empreintes de toit, telle *Mère-des-Veines* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Aussi, importe-t-il de remarquer que ce qui, aux yeux du mineur, constitue la base de la distinction du toit et du mur, ce n'est pas la position stratigraphique, mais bien les caractères pétrographiques et paléontologiques de ces roches.

On dit couramment en langage minier : « c'est un beau toit », d'un schiste fin, bien stratifié, parfois rempli de débris végétaux couchés à plat suivant la stratification.

On dit de même : « c'est un vrai mur », d'un schiste gras, argileux, mal stratifié, que parcourent en tous sens des appendices et des axes de *Stigmaria*.

(**1**) Voir, pour ces chiffres gras entre parenthèses, la BIBLIOGRAPHIE terminant ce travail.

Il semble néanmoins évident que, si la base de la distinction de ces roches est pétrographique ou mieux paléontologique, leur position stratigraphique soit d'une importance capitale au point de vue géologique. Le fait que, dans la plupart des cas, on retrouve en série ascendante la succession : mur, couche de houille, toit... mur..., est, pour le moins, l'indice qu'on a affaire à un cycle de phénomènes dont il faudrait élucider le mécanisme. La solution du problème résulte, pour une grande part, ainsi que je viens de le dire, de la notion nette de la nature intime du toit ou mieux de celle du mur.

Avant de pousser plus avant, je rappellerai la méthode de distinction pratique de ces importantes variétés de roches.



C'est principalement à l'allure de la cassure que le mineur distingue le mur du toit. Dans un toit, la cassure est généralement régulière ; elle est au contraire irrégulière ou peu régulière dans les murs.

Toutefois, le mineur ne se contente pas, en général, d'examiner l'allure de la cassure; il apprécie également, de façon sommaire, les caractères paléontologiques. La caractéristique des murs est la présence de ces petits rubans noirs, appendices de *Stigmaria*, qui traversent la roche en tous sens. Par contre, le toit ne renferme pas de fossiles caractéristiques ; on y rencontre souvent des débris étalés de végétaux, parfois encore des restes d'animaux : coquilles de lamellibranches, écailles de poissons, débris de crustacés, etc. ; mais il se peut qu'il soit absolument stérile. Ce qui le distingue surtout, c'est sa stratification régulière ou mieux, c'est l'absence de *Stigmaria*.

Telle est la règle pratique du mineur.

Il faut, d'ailleurs, remarquer qu'il existe une relation directe entre l'allure de la cassure de la roche et la présence des fossiles. Les végétaux fossiles sont, en général, transformés en une pellicule charbonneuse qui constitue, dans la roche, une surface de moindre résistance. Or, il est évident que c'est suivant les zones de moindre résistance que la roche a une tendance à se rompre, que ce soit sous le choc du marteau ou sous la tension qu'y développe le plissement.

C'est ce qui explique que le schiste de mur, encombré d'appendices de *Stigmaria*, ne se débite pas parallèlement à la stratification. La cassure produite par le pic, le marteau ou l'explosif, court tantôt suivant l'un, tantôt suivant l'autre de ces petits rubans à pellicule charbonneuse. Elle est, dans son ensemble, irrégulière, parce que la disposition de ces rubans n'offre elle-même aucune régularité. La même allure s'observe d'ailleurs dans les glissements du mur, qui suivent généralement des radicelles de *Stigmaria*.

Le phénomène complémentaire se remarque dans les toits où les végétaux couchés à plat facilitent le débitage suivant des plans de stratification, et orientent certains glissements naturels qui, lorsqu'ils sont très développés, donnent au schiste l'aspect dit « *à lattias* » dans le bassin de Charleroi.

En examinant la cassure d'un schiste, le mineur se base donc toujours, mais parfois inconsciemment, sur les caractères paléontologiques de la roche. S'il recherche souvent, pour plus de sûreté, les radicelles de *Stigmaria*, c'est qu'il arrive que, dans certains toits compacts, la cassure soit irrégulière, et que dans certains murs, elle affecte au contraire une certaine régularité.

*
* *

De tout ceci, il résulte que, ce qui distingue le mur, c'est la présence de *Stigmaria*.

A vrai dire, certains mineurs ont tendance à restreindre la dénomination de mur à la roche dont j'ai donné plus haut la description, c'est-à-dire au schiste gras, argileux, l'*underclay* des houilleurs anglais. Des géologues partagent, d'ailleurs, cette manière de voir.

Elle doit cependant être considérée comme erronée ; car une étude attentive démontre que la notion de mur ne peut être liée à la nature de la roche. Le mur est souvent argileux, mais ce peut être aussi un schiste psammitique, voire un grès. C'est là un fait d'expérience bien connu. M. G. Schmitz nous déclare qu'à la suite d'observations nombreuses, il a acquis la conviction que « le mur des veines est aussi bien du grès que du schiste » (**2**, p. 89). Mon collègue, M. Bertiaux, a, de son côté, signalé au charbonnage de Bonne-Espérance, à Herstal, des exemples suffisamment nombreux pour me dispenser d'en fournir de nouveaux (**3**, p. 173).

M. X. Stainier a d'ailleurs rapporté un cas réellement typique (4, p. 70). Détaillant les variations latérales des roches sur lesquelles repose la veine *Lambiotte* au charbonnage de Falisolle, il rapporte y avoir constaté partout la présence de *Stigmaria*. Il note, certes, que ces fossiles sont plus rares dans les grès que dans les roches argileuses, fait qui a été signalé par d'autres observateurs, notamment par M. Grand'Eury. Mais faut-il conclure, comme il le fait, que, parce que « ce grès, même lorsqu'il se trouve directe- » ment sous le charbon (1), ne renferme que de rarissimes radicelles » de *Stigmaria*, ... on peut dire que, dans ce cas, la veine n'a » pas de mur » ? C'est là, je pense, une conclusion à laquelle aucun paléobotaniste ne pourrait souscrire.

Car, ainsi que nous le verrons, la présence de *Stigmaria* empêtrées dans la roche, constitue un fait d'ordre spécial. Ce sont ces *Stigmaria* qui font de la roche un mur, quels que puissent être les autres caractères minéralogiques ou paléontologiques de cette roche.

* * *

Revenons un instant à la notion du toit.

Tout comme pour le mur, plus que pour le mur, le mineur a tendance à ne considérer comme toit que la roche que j'ai définie ci-dessus. Il qualifie, en conséquence, de *pierre de stampe* toutes les roches qui ne sont, à son sens, ni mur, ni toit.

Une étude des variations latérales d'un toit, tel celui de *Strapette* au puits n° 2 MB. des Charbonnages Réunis de Charleroi permet cependant de constater qu'un schiste argileux recouvrant la veine peut se transformer en un schiste psammitique, et finalement en un psammite ou en un grès, dans lequel on ne rencontre plus de stratification régulière. Ces observations nous amènent à considérer comme toit, un banc de grès ou de psammite reposant directement sur la veine.

L'étude d'une coupe normale aux bancs, conduit d'ailleurs à une conclusion analogue. Lorsque l'on examine la stampe comprise entre deux couches ou passées de veine, on constate, en effet, de profondes variations de composition minéralogique des roches. J'ai eu l'occasion de noter maintes fois ce fait, en étudiant des

(1) Il se pourrait, toutefois, comme il s'agit de terrains en dressants, qu'il y ait, par endroits, des lacunes résultant du laminage. A. R.

séries très complètes de témoins provenant des sondages exécutés en Campine, pour lesquels le rapport de la longueur développée des carottes à la longueur forée atteignait jusque 90 et 95 %. Ces observations concordent, d'ailleurs, avec celles que l'on peut faire dans les bassins exploités. Les variations de composition minéralogique sont profondes, mais elles sont généralement progressives ; on note un passage plus ou moins rapide, mais régulier, du schiste au grès et inversement, de telle sorte qu'au point de vue pétrographique, il est malaisé de définir la limite du toit.

Aussi puis-je conclure que, à ce point de vue, stampe et toit sont synonymes.

***

La notion de toit, tout comme celle de mur, doit donc être considérée comme indépendante des caractères minéralogiques. Toute roche, schiste, grès ou psammite peut aussi bien être un toit qu'un mur.

C'est donc que la distinction de ces deux variétés de roches, considérée comme étant de grande importance par les praticiens, résulte de leurs caractères paléontologiques.

Examinons de plus près ce côté de la question.

***

On parle souvent d'empreintes de toit et d'empreintes de mur. Les empreintes de mur sont principalement, pour ne pas dire exclusivement, des *Stigmaria ;* les empreintes de toit sont des débris d'organes aériens, des frondes de fougères, etc.

Cette distinction est très réelle ; elle est basée sur la différence des états de conservation de ces empreintes.

Les végétaux de toit sont des fossiles désintégrés ; ceux de mur sont des fossiles complets.

Certains paléontologistes, notamment M. Potonié (**5**), font grand état de la découverte, constante dans les schistes de toit, de frondes de fougères (*lato sensu*), étalées à la façon des plantes d'un herbier. Je dois à la vérité de dire que, de l'examen des toits fossilifères, tant du terrain houiller des plateaux de Herve que du bassin de Charleroi, j'ai acquis la conviction que ces exemplaires de frondes sont excessivement rares et réellement exceptionnels. C'est à un point tel que M. Hector Deltenre, qui explore depuis

un grand nombre d'années le bassin du Centre, me déclarait ne pas comprendre la richesse des musées en échantillons de grande taille. Cette constatation a, d'ailleurs, été faite et rapportée par d'autres observateurs (L. Cremer, *in* **2**, p. 91).

Ce qu'on rencontre surtout dans les toits, ce sont, je le répète, des végétaux désintégrés. Les *Neuropteris* et les *Linopteris* sont souvent représentés par des pinnules isolées ; il en est de même de certains *Sphenopteris* ; les fragments de pennes sont fréquents dans le cas de genres à pinnules soudées par toute la base : *Pecopteris*, *Alethopteris*, *Lonchopteris* ; mais ils sont généralement déformés. Les lépidodendrées ont souvent perdu leurs feuilles ; il en est de même des sigillaires ; leurs cônes de fructifications sont parfois entiers, plus souvent tronqués ou encore désagrégés en leurs bractées ; les écorces sont, dans bien des cas, déchirées, suivant les lignes de soudure des rhombes chez les *Lepidodendron*, suivant les soudures des côtes chez les *Sigillaria* ; les troncs sont, chez ces espèces et plus encore chez les *Calamites*, irrégulièrement rompus ; les feuilles de *Cordaites* sont généralement froissées ou fendues, etc. En un mot, la division des débris est poussée à l'extrême ; toutes les connexions naturelles sont détruites.

Les axes des *Stigmaria* des murs portent, au contraire, de nombreux et délicats appendices en liaison intime avec eux. On ne peut douter, après avoir examiné de près les échantillons, que les connexions existent encore : chaque appendice se détache régulièrement d'une cicatrice ombiliquée et la mince pellicule de charbon qui le recouvre, se prolonge sur l'axe.

Ce contraste est d'autant plus frappant, qu'il arrive de rencontrer, dans des toits incontestables, des débris de *Stigmaria*. Les axes sont alors fragmentés et dépourvus de leurs radicelles (**6**). Ils gisent au milieu de débris d'organes aériens désintégrés. Je n'ai, cependant, pas eu l'occasion, jusqu'à présent, de constater semblable fait dans le Houiller productif. M. C.-Eg. Bertrand a signalé des *Stigmaria* charriés en pleine veine Marquise, à Hardinghen (**7**, p. 18). Je n'en connais d'exemples, en Belgique, que dans l'étage inférieur, *H1b* de la Carte géologique au 40 000e ; ainsi, dans la tranchée du chemin de fer du Nord, entre la station de Marchienne-Zone et l'arrêt de la Jambe-de-Bois, près de la rotonde de l'arsenal, on rencontre, dans un schiste compact, des écorces d'axes et des débris isolés de radicelles de *Stigmaria*, en compagnie

de *Sphenophyllum tenerrimum*, *Neuropteris antecedens*, *Sphenopteris sp.*, etc.

* * *

L'état de conservation des *Stigmaria* de mur est d'ailleurs plus parfait encore que celui que je viens de décrire ; la plupart, je pourrais même dire la totalité de leurs axes possèdent une macrostructure conservée ; on y retrouve non seulement l'étui médullaire, mais encore la trace de l'endoderme, ainsi que l'a signalé M. Zeiller (**8**) ; c'est le cas pour l'échantillon représenté par la figure 1 de la planche XI ; on peut y voir, en outre, la trace des cordons vasculaires (*c. v.*), des appendices traversant la masse de l'endoderme (*en.*) à l'épiderme.

Mais ces exemples de macrostructure conservée ne se retrouvent pas seulement chez les *Stigmaria* entiers ; ils existent aussi dans les végétaux désintégrés. On retrouve fréquemment, dans les débris de troncs de sigillaires, la trace de l'empreinte de l'étui médullaire, qu'a décrit l'an dernier M. Werner Kœhne (**9**). Je crois même pouvoir dire que tous les échantillons de troncs complets de sigillaires que j'ai étudiés jusqu'ici, possédaient cette empreinte. On en voit la trace en *m* sur l'échantillon représenté par la figure 2 de la planche XI. Cet échantillon est presque entièrement dépouillé de son écorce qui n'est plus visible qu'en quelques points, notamment en *e*, sous forme d'une lame charbonneuse.

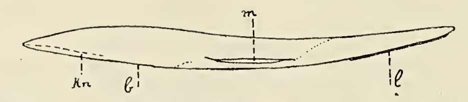


Fig. 3. — *Lepidodendron obovatum*, Sternberg.

Dessin, à quart de grandeur, de la coupe transversale d'un échantillon dont la position est inconnue, mais certainement couché à plat. Il est orienté d'après d'autres exemplaires.

l. Lame charbonneuse à ornementation extérieure de *Lepidodendron*.

b. Face extérieure du premier anneau schisteux, à empreinte de *Bergeria*.

Kn. Fraction de la lame charbonneuse intermédiaire à ornementation intérieure de *Knorria*.

m. Lame charbonneuse entourant l'étui médullaire.

Toit de Duchesse à 200 m. Puits des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Collections de paléontologie de l'Université de Liége.

On retrouve des faits semblables chez les *Calamites*, les *Cordaicladus*, et les *Lepidodendron*. J'ai même été assez heureux pour

retrouver, chez ces derniers, l'empreinte jusqu'ici peu connue de l'étui médullaire (fig. 3 et 4) (1). Elle existe probablement aussi chez les *Lepidophloios*.

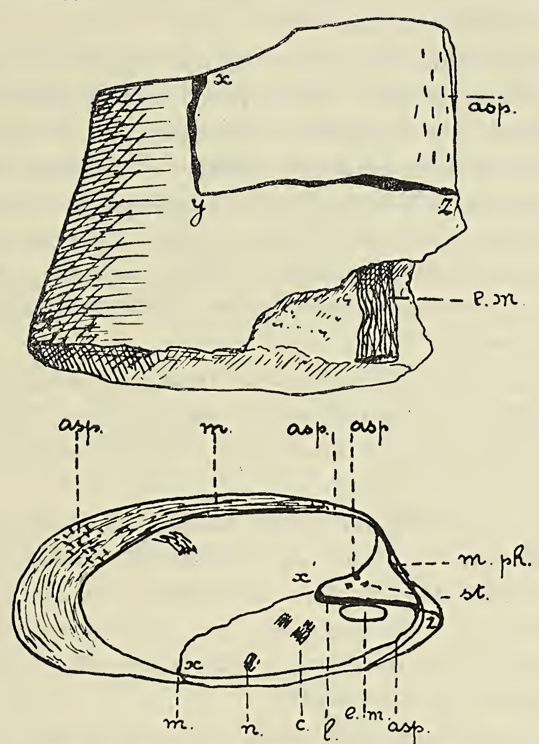


Fig. 4. — *Lepidodendron cf. aculeatum.*
Vues de face et de dessus au 1/10.

Fragment d'un tronc debout, empêtré dans un schiste quelque peu psammitique à mi-stampe entre *Crèvecœur* et *Mère-des-Veines* en dressants renversés à 50° Sud, dans le bouveau nord à 520 m. du puits n° 2 MB. des Charbonnages Réunis de Charleroi.

$xx'z$. Trace horizontale et xyz. Trace verticale d'une cassure.

l. Pellicule charbonneuse, avec fourrure de calcite fibreuse, portant des cicatrices déformées de coussinets foliaires : *L. cf. aculeatum.*

asp. Empreintes d'*Aspidiopsis*. *e. m.* Étuit médullaire.

m. Miroir de glissement avec *ph.* Pholérite.

Dans le plan *z*.

c. Débris de *Calamites sp.* *n.* Pinnule de *Neuropteris sp.*

En dehors de l'arbre :

st. Radicelles de *Stigmaria.*

(1) Elle a déjà été signalée par divers auteurs, notamment par Geintz qui en a figuré la trace sur des coupes de *Lepidodendron*, dans son mémoire Darstellung der Flora der Hainichen Ebersdorfer, ü. s. w., pl. VII, VIII et X.

Les échantillons 2, 3 et 4 nous démontrent que la macrostructure conservée se rencontre aussi bien dans les végétaux à plat que dans les troncs debout, fait également visible sur les illustrations du travail de M. W. Kœhne.

L'échantillon représenté par la figure 3 mérite de retenir encore un instant notre attention. Ce croquis 3 est une figure vraie. Nous le compléterons par la pensée, d'une part en lui restituant son enveloppe en charbon brillant, détruite en grande partie durant les manipulations, et d'autre part en y supposant continue la pellicule charbonneuse *Kn.* que le burin n'a mise à nu qu'en un endroit. D'autres échantillons montrent, en effet, que cette pellicule forme une gaîne qui, enveloppée par l'écorce *l* (et *b*), enveloppe à son tour l'étui médullaire *m*.

Il n'y a donc que trois assises de tissus, trois membranes plus ou moins épaisses, originellement concentriques l'une à l'autre, qui ont été conservées et fossilifiées. Tout le reste a disparu et a été remplacé par de l'argile.

La cause de cette disparition est simple. M. C.-Eg. Bertrand l'a établie de façon indiscutable par l'étude des nodules à structure conservée de Hardinghen (**7**). « A structure conservée », le terme est juste, mais il n'est pas vrai. Car ces végétaux saisis par le calcaire, étaient si profondément altérés que M. C.-Eg. Bertrand eut grand'peine à les débrouiller.

Cette cause est une tourbification ; c'est une pourriture avancée, qui, à Hardinghen, avait dissocié profondément les lièges de *Lepidodendron aculeatum* et les avait transformés en « une gelée moins consistante que la confiture de groseilles (**7**, p. 10).

Dans cet état, les tissus conservés, plus denses que le reste de la masse, ont cherché à prendre la position statiquement la plus favorable (**7**, p. 18). Ils sont descendus ; et c'est ainsi que nous retrouvons toujours l'assise intermédiaire à *Knorria* et l'étui médullaire des *Lepidodendron* dans le voisinage, parfois même au contact de la face inférieure. Des faits analogues s'observent chez les sigillaires ; la dissymétrie existe dans l'échantillon représenté par la figure 2, pl. XI. Mais je ne puis dire si l'étui se trouve au bas plutôt qu'au haut, la face supérieure de l'échantillon n'ayant pas été distinguée lors de la récolte.

Les échantillons de Hardinghen étudiés par M. C.-Eg. Bertrand étaient complètement minéralisés, même dans les parties où toute

structure avait disparu. Dans les nôtres, les membranes conservées ont été transformées en des pellicules charbonneuses sur lesquelles on peut encore lire, à la loupe, les moindres détails d'organisation. Tout le reste a été envahi par de l'argile. Le processus de formation de cette roche est mis en évidence par les corps étrangers qu'elle renferme. Ceux-ci établissent, sans conteste, l'origine alluvionnaire. La cassure déterminée dans le sigillaire représenté par la figure 2, pl. XI, suit un plan intermédiaire, dans lequel on retrouve des macrospores et des *Lepidophyllum triangulare*, Zeiller (*l*). Ce fait est également mis en évidence, pour les troncs debout, par la figure 4. Il est d'ailleurs bien connu (**12** et encore **22**, p. 8 du tire à part, etc.).

Je n'ai pas encore pu étudier de façon complète les *Stigmaria* empêtrés des murs, au point de vue des conclusions à tirer de leurs caractères différentiels. Mais j'ai, dès à présent, acquis la conviction que, si la plus grande partie de leur substance a, tout comme chez les fossiles de toit, été remplacée par de l'argile ou du sable, le processus de cette substitution doit avoir été différent. Car l'étui médullaire se trouve parfois placé non au bas, mais à la partie supérieure de la section (fig. 10) et souvent au centre (fig. 1, pl. XI).

Quoi qu'il en soit, si j'ai tenu à rappeler ces faits, c'est d'une part pour établir le degré de désagrégation des végétaux de toit, qu'on peut être porté à exagérer et, d'autre part, pour rappeler, fait dont j'aurai besoin par la suite, que quelque grand que puisse avoir été le degré de pourriture de ces végétaux, les empreintes que nous retrouvons aujourd'hui, représentent la trace ultime de membranes consistantes, et généralement transformées en une pellicule charbonneuse.



Les dénominations d'empreintes de toit et d'empreintes de mur sont, comme on le voit, justifiées. Leur distinction est basée sur une différence capitale entre les états de conservation.

La solution de la question qui nous occupe, va nous être fournie par l'examen du mode de répartition de ces deux grandes classes de fossiles dans le terrain houiller.

Etudions, à cet effet, les roches comprises entre deux veines de houille ou passées de veine, et notons-y, d'une part, la présence de végétaux désintégrés et, d'autre part, celle des fossiles entiers qui

sont représentés presque exclusivement par les *Stigmaria*. Après avoir répété ces observations sur de multiples cas, nous en arriverons à conclure ce qui suit.

Procédant de bas en haut, on cesse, à un certain niveau sous la veine, de rencontrer des *Stigmaria*. L'épaisseur de cette zone est variable ; réduite parfois à 30 centimètres, elle atteint, dans certains cas, 3 et 4 mètres, voire même davantage. Elle dépend souvent de la nature de la roche. Mais, dans les schistes comme dans les grès, ce sont les mêmes *Stigmaria* munis de radicelles étalées en tous sens que nous découvrons (**3**, p. 173). Nous notons en outre que les *Stigmaria*, excessivement abondants dans la région en contact immédiat avec la couche de houille, se font progressivement de plus en plus rares, jusqu'à disparaître définitivement, à mesure qu'on pénètre dans des couches de plus en plus profondes. On n'en retrouve plus en dessous d'un certain niveau, jusqu'à ce qu'on arrive à la couche de houille suivante (fig. 5).

Il arrive, certes, de découvrir, entre deux couches exploitables successives, une zone à *Stigmaria* ; mais elle est toujours surmontée d'une passée de veine, mince filet charbonneux, épais parfois et souvent localement, de quelques millimètres seulement. Selon la convention faite au début de ce chapitre, cette passée de veine est assimilable à une veine. Le cas ne constitue donc pas une exception. Et l'on peut dire que, en thèse absolument générale, toute stampe entre deux couches de houille est couronnée par une zone à *Stigmaria* entiers.

Telle est la loi de répartition des fossiles de mur ; tout autre est celle des fossiles de toit.

Il faut évidemment, en outre des végétaux désintégrés, comprendre sous cette dénomination les fossiles animaux. Ces derniers sont généralement localisés dans des schistes, souvent de nature spéciale, dont les végétaux ne sont toutefois pas exclus, contrairement à ce qu'a écrit M. Boulay (**14**, p. 58) [1].

[1] Tel est le cas pour les schistes de toit de : *Première-Miermont* au charbonnage de Quatre-Jean, à Rétinne : *Lepidodendron obovatum* et *Gastrioceras Listeri* ; *Coquelet* au puits n° 1, étage de 403 m. des Charbonnages Réunis de Charleroi : *Carbonicola cf. ovalis*, *Lepidophyllum lanceolatum*, *Cardiocarpus sp.* etc. ; *Droit-Jet* à 207 m., au puits n° 2 SF. des mêmes charbonnages : *Carbonicola sp.*, *Anthracomya sp.*, etc., avec *Neuropteris pseudogigantea*, *Neuropteris tenuifolia*, *Sphenopteris sp.*, etc.

27 DÉCEMBRE 1905.

Quant aux végétaux, ils se rencontrent également dans les roches sableuses et les roches argileuses. Mais on note des différences de nature, d'attitude et de fréquence qui ont été signalées depuis longtemps (**13**, p. 762).

Les schistes sont de loin les roches les plus fossilifères. On y rencontre surtout des débris de frondes de fougères et de ptéridospermes, des fructifications, des écorces, des feuilles de calamites, de lepidodendrons, de sigillaires, parfois encore d'énormes troncs ou des planches d'écorces. Les végétaux sont presque tous couchés à plat (*Masse* à 260^{m}, *Crêvecœur* à 600^{m} du puits n° 2, Sacré-Français, *Dix-Paumes* aux Hamendes, *Duchesse* au n° 12 des Charbonnages Réunis de Charleroi, etc., etc.).

Les grès et les psammites sont moins fossilifères. On y remarque surtout des troncs et des planches d'écorces ; les frondes de fougères y sont extrêmement rares. Les végétaux y sont jetés en tous sens, parfois très redressés (ex. haut toit de *Six-Paumes* au puits n° 1 des Charbonnages réunis, etc.).

De ces quelques mots, résulte un fait qu'il importe de mettre en évidence, à savoir que, tandis que les mêmes *Stigmaria* entiers se rencontrent dans toutes les roches, les fossiles de toit varient, au contraire, suivant la nature minéralogique des sédiments où ils sont renfermés. La loi qui relie la nature des fossiles de toit à celle de la roche, est, en ce qui concerne les végétaux désintégrés, d'ordre sédimentaire, car leur attitude est conforme aux lois mises en lumière par M. Fayol (**15**).

Mais ce n'est là qu'un point de détail, puisqu'il s'agit, aussi bien dans les grès que dans les schistes, d'empreintes de toit. Ce qui nous intéresse surtout, c'est la loi générale de répartition de ces empreintes à travers la stampe. Cette répartition se fait très régulièrement par bancs. Le fait ressort clairement, en ce qui concerne les fossiles animaux, des travaux de M. X. Stainier sur les bassins de Charleroi et de Liége (**10** et **11**). Je pourrais, pour ce qui est des végétaux, citer de nombreux exemples ; mais ils sont si fréquents, que je crois inutile d'insister.

Non seulement l'abondance, mais encore la nature des débris varient, sur un espace plus ou moins développé, très régulièrement par lits.

Toutefois, la répartition suivant la verticale est inégale et très variable.

Il est des bancs, non seulement de grès, mais même de schiste, qui sont entièrement dépourvus de fossiles, ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer (**3**, p. 171). Ce sont souvent des schistes compacts, sans stratification apparente au premier abord, mais qui laissent voir, par altération, une succession de lits bien réguliers, qui, plus ou moins carbonatés, prennent par oxydation des teintes différentes, telle l'*escaille* de *Broze* au puits Sacré-Français.

Cette zone stérile repose parfois directement sur la veine, alors que, dans le haut-toit, abondent les débris végétaux.

Par contre, il arrive que dans le mur d'une couche, on découvre, au milieu des *Stigmaria* entiers, des empreintes de toit. Ce cas est loin d'être rare ; il a souvent été signalé (**1** et **4**).

L'abondance des empreintes de toit peut même se faire plus grande quand on approche de la veine, comme c'est le cas pour *Mère-des-Veines* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Les *Calamites undulatus* s'y montrent surtout au haut du mur.

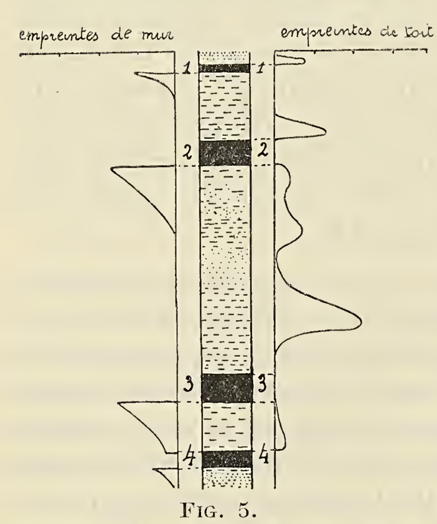


Fig. 5.

Diagramme de la loi de répartition des fossiles dans le terrain houiller.

Les abcisses sont proportionnelles à l'abondance des fossiles.

De toutes ces constatations, résumées schématiquement dans la figure 5, il résulte que le seul caractère paléontologique différentiel qu'on peut reconnaître entre les roches du terrain houiller, est la présence ou l'absence d'empreintes de mur. Ces *Stigmaria* entiers se retrouvant principalement dans la roche que tous, géologues et mineurs, sont d'accord pour considérer comme le mur type ; il y a donc lieu d'étendre cette dénomination à toute roche renfermant des *Stigmaria* entiers, puisque cette présence constitue un caractère distinctif qui paraît bien être en relation avec la veine. Pour le surplus, tout ce qui n'est pas mur sera dénommé toit, puisque, tant au point de vue paléontolo-

gique qu'au point de vue minéralogique, on ne peut saisir la limite entre le toit et la pierre de stampe.

Telle est la conclusion qui se dégage d'une étude systématique des caractères paléontologiques du terrain houiller.

***

Arrivé à ce point, nous pouvons rechercher la signification de ces *Stigmaria* entiers qui caractérisent les murs.

Les végétaux désintégrés témoignent, par leur attitude et leur répartition, qu'ils ont subi un transport ou tout au moins un flottage, ainsi que je l'ai dit ci-dessus. Ils sont parfois jetés en tous sens dans la roche, mais, le plus souvent, ils sont étalés à plat (fig. 6).

Les *Stigmaria* entiers conservent, au contraire, la même attitude dans toutes les roches. D'axes plus ou moins forts, souvent légèrement plongeants dans le banc, s'échappent, tant vers le haut et vers le bas que latéralement, des appendices tubulaires de section ronde ou ovale (fig. 7, *p*) qui, d'abord normaux aux axes, sont souvent courbés vers l'avant (fig. 10). Cette attitude témoigne d'une fossilification sur place. Il suffit d'examiner attentivement un de ces fossiles pour avoir l'impression nette de ce fait. Cette impression est d'ailleurs confirmée par l'étude des échantillons à structure conservée, qui a pleinement établi que ces appendices ne possédaient aucune rigidité.

C'est là un fait proclamé depuis longtemps.

Mais les *Stigmaria* émettant des appendices verticalement et obliquement vers le haut, il est évident que les sédiments qui les recouvrent devaient être déposés avant que ces appendices ne se développent, puisque ceux-ci réclamaient un support, ou tout au moins qu'ils se sont déposés au fur et à mesure du développement des *Stigmaria* Toutefois, comme les axes sont plongeants sur la stratification et que, d'autre part, les appendices sont aussi bien développés vers le bas que vers le haut, il est plus logique d'écarter la seconde hypothèse et d'admettre en conséquence que les *Stigmaria* sont des végétaux qui se sont insinués dans une boue déjà déposée, dans un sol, à la façon de rhizomes ou de racines, et y ont été, par la suite, fossilifiés sur place.

Le mur représente donc, suivant l'expression reçue, un sol de végétation.

***

Géologues et paléobotanistes sont complètement d'accord pour admettre que les *Stigmaria* sont des végétaux fossilifiés sur place.

Mais tous ne se rallient pas également à l'opinion que ces *Stigmaria* se soient insinués dans une boue déjà déposée. M. G. Schmitz semblait admettre, dans son mémoire de 1895, que le mur s'est formé d'une pièce, c'est-à-dire que la boue a progressivement enlisé les *Stigmaria*.

« La présence constante de *Stigmaria* au mur des couches et » leurs conditions de gisement, accusant un *in situ* manifeste, » nous avaient fait conclure », écrivait-il, « à la formation sur » place des roches qui les contiennent. » (**1**, p. 14).

Je reviendrai bientôt sur l'argumentation que notre confrère produisit pour renverser une objection grave à cette manière de voir, et j'ajouterai immédiatement que M. G. Schmitz se ralliait, peu après, à l'idée opposée, car il écrivait, en 1897 :

« Le mur des veines est aussi bien du grès que du schiste. Nous » y voyons un sédiment comme tout autre sédiment de l'horizon » houiller, mais *dans lequel une végétation est venue s'établir sub-* » *séquemment*. La croissance et les diverses opérations qu'elle a » produites ont donné à ce sédiment un facies caractéristique, plus » ou moins *boueux*, qui est le résultat et non la cause du dévelop- » pement des végétaux et partant aussi la raison de l'imperméa- » bilité relative de la roche. » (**2**, p. 89).

Rarement, les auteurs ont plus nettement défini le mode de formation des murs. Toutefois, M. G. Schmitz ne cite qu'un seul fait à l'appui de son opinion : c'est que les sédiments du mur, bien que possédant un facies caractéristique, ne diffèrent pas des autres sédiments du terrain houiller. La remarque est exacte ; il y a, entre la stampe et le mur, continuité parfaite des caractères minéralogiques et paléontologiques, en ce qui concerne les végétaux désintégrés. Cette continuité est du même ordre que celle qui existe entre la pierre de stampe et le toit. De telle sorte qu'on peut dire qu'il existe une zone de fusion entre le toit et le mur, ainsi qu'il ressort de descriptions de coupes détaillées (**4**, pp. 72-73).

Toutefois, cette remarque ne suffit pas. Il faut encore faire observer que la limite inférieure de la zone à *Stigmaria*, donc du mur, varie constamment et ne coïncide nullement, même sur un

espace restreint, avec un plan de stratification. De telle sorte que la continuité du toit et du mur est indéniable.

J'ai fait remarquer plus haut que l'attitude des appendices plaide également en faveur de la surimposition des *Stigmaria*.

Malgré la force de ces arguments, il peut néanmoins subsister des doutes dans l'esprit de certains géologues. Le fait nouveau que j'apporte est, je pense, de nature à les dissiper complètement. Ce fait n'est, toutefois, que relativement neuf. Il a été depuis longtemps signalé par divers paléontologistes (**16**, p. 336), notamment par M. C. Grand'Eury, à Saint-Etienne; mais il est, jusqu'ici, passé inaperçu en Belgique. Ce fait, c'est le taraudage des empreintes de toit contenues dans les murs, par les radicelles de *Stigmaria*.

L'importance de ce fait est telle, que j'ai cru, comme je l'ai dit en débutant, devoir reprendre l'ensemble de la question. Les notions que nous avons acquises par les développements qui précèdent nous permettent, en effet, de saisir de façon rapide et nette l'intérêt et la portée de ces phénomènes de taraudage.



Si les *Stigmaria* sont des fossiles qui se sont introduits tardivement dans la roche ou, en un mot, sont des fossiles surimposés, la roche dans laquelle nous les retrouvons était originellement un toit, puisque la pierre de stampe ne diffère en rien du toit.

La continuité existant entre le toit et le mur, ou entre la stampe et le mur, s'accorde bien avec l'hypothèse. Celle-ci explique encore pourquoi nous retrouvons, dans les murs, des fossiles de toit.

On pourrait toutefois admettre que ces fossiles ne sont que les débris des organes aériens des végétaux dont les *Stigmaria* représentent les parties souterraines, comme l'avait un instant avancé M. G. Schmitz (**1**).

Cette interprétation tombe évidemment d'elle-même, si les *Stigmaria* perforent les empreintes de toit qui, conservées sous forme d'une pellicule charbonneuse, ne sont, ainsi que je l'ai dit plus haut, que la trace ultime de membranes primitivement consistantes. Or, c'est ce qui existe en fait, non seulement dans les bassins du sud, mais même dans le bassin du nord de la Belgique. J'en ai, en effet, retrouvé des exemples sur des *Calamites* provenant des sondages n° 10 et n° 14, que j'ai réexaminés à l'occasion de l'Exposition de Liége.

Ces phénomènes n'ayant pas, jusqu'ici, fait l'objet de description détaillée, je crois devoir rapporter ici l'exemple que j'ai exposé à la séance du 21 mai 1905 de la Société géologique, afin de rendre plus aisées les observations de contrôle.

***

L'exemple que je prendrai est celui du veiniat du toit d'*Ardinoise* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi.

A l'entrée du niveau à 410 m., le veiniat est séparé de la veine par 5 mètres environ de stampe, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir, car la galerie à travers bancs est actuellement inaccessible au-delà d'*Ardinoise*. Quoi qu'il en soit, le toit d'*Ardinoise* est constitué, en cet endroit, par un schiste gris psammitique, finement micacé, peu fossilifère, où j'ai rencontré *Paleostalhya sp.*, *Sphenophyllum sp.*, c'est-à-dire tous fossiles désintégrés, mais pas de *Stigmaria*.

A 600 m. au levant de ce point, la coupe des terrains est la suivante (fig. 9) :

Toit (schiste)	—	
Veiniat	0m20	
Schiste	1m30	
Faux toit	0m05	*Ardinoise.*
Sillon (houille)	0m40	
Schiste charbonneux	0m11	
Sillon (houille)	0m24	
Faux mur	0m01	
Mur (schiste)	—	

Le banc entre le veiniat et la veine est fait d'un schiste argileux, de couleur brunâtre, avec rognons de sidérose. Il est très fossilifère et renferme :

Neuropteris gigantea, Sternberg.
Neuropteris rarinervis, Bunbury.
Cyclopteris orbicularis, Brongniart.
Calamites undulatus, Sternberg.
Asterophyllites sp.
Annularia radiata, Brongniart *sp.*
Annularia sphenophylloides, Zeiller.

Radicites columnaris, Artis *sp.*
Sphenophyllum cf. myriophyllum, Crépin.
Sphenophyllum cuneifolium, Sternberg *sp.*
Aspidaria sp.
Lycopodites carbonarius, O. Feistmantel.
Stigmaria ficoides, Sternberg *sp.*

Les *Stigmaria* se font de plus en plus abondants à mesure qu'on se rapproche du veiniat. Ils taraudent les *Calamites undulatus*, les *Neuropteris gigantea*, les *Cyclopteris*, etc. Les échantillons que j'ai figurés sont spécialement choisis pour l'illustration.

On voit sur le premier (fig. 6, pl. XI) que les perforations (*p*) sont loin d'être rares. On y remarque, comme sur les suivants, que les appendices de *Stigmaria* (*st.*) cherchent cependant à éviter le travail supplémentaire du taraudage et se développent de préférence dans les parties libres.

Dans les figures 7 et 8 de la planche XI, est reproduit le détail d'une perforation. On remarquera que l'appendice traverse de part en part l'étui médullaire dont (*fs*) est la face supérieure, (*fi*) la face inférieure ; il y a donc, en fait, deux perforations. La trace de l'appendice est visible en *tr* sur toute l'épaisseur de l'étui. L'appendice apparaît en section (ronde) dans le plan de la face inférieure (*fi*) de l'étui médullaire, à l'endroit même (*p*) de la perforation.

On peut admirer, sur ces échantillons, la perfection de l'état de conservation des débris végétaux renfermés dans les schistes houillers. La radicelle verticale (*tr. p*), soustraite au tassement, a conservé sa forme originelle, tandis que les radicelles horizontales (*st*) ont, tout comme le calamite, été fortement comprimées.

Mais l'on doit aussi admirer, sur ces reproductions, l'art consommé de M. Kemna qui a su saisir et fixer, de façon aussi remarquable, sur la plaque photographique, tous les détails de ces échantillons.

***

Il est temps de conclure.

De tout ce qui précède, il résulte que toutes les roches stériles du terrain houiller sont du toit. Le toit ne possède donc aucun caractère minéralogique spécial ; il n'a pas de caractères paléontologiques essentiels, mais il contient souvent des végétaux

désintégrés, des empreintes de toit. Ce toit peut avoir été métamorphosé, au sens large du mot, par la surimposition, par l'implantation de végétaux et principalement de *Stigmaria*. Le toit, ainsi métamorphosé, est appelé mur. On peut, par antithèse, réserver la dénomination de toit aux roches non métamorphosées, c'est-à-dire ne renfermant pas de *Stigmaria* entiers.

Dès lors, toutes les anomalies si souvent signalées disparaissent.

Le mur peut contenir des empreintes de toit, puisque cette roche n'est autre qu'un toit métamorphosé. Et, pour la même raison, le mur peut servir de toit à la veine.

Ces deux cas sont représentés sur le croquis 5, p. M 274 (veines 2 et 4), sur lequel figurent également deux cas normaux (couches 1 et 3).

On y voit clairement, fait déjà évident dans l'exemple d'*Ardinoise* cité plus haut, qu'une couche ne peut avoir pour toit un mur, que quand la stampe qui la sépare de la suivante est faible, c'est-à-dire quand cette stampe est inférieure à l'épaisseur de la zone métamorphosée.

C'est ce que les observateurs ont souvent signalé.

Chapitre II

Troncs debout.

L'étude des troncs d'arbres debout va nous permettre de faire un nouveau pas dans cette recherche des conditions de formation du terrain houiller.

Cette étude a, de tout temps, attiré fortement l'attention des géologues. Les découvertes se sont même multipliées au delà de toute espérance dans les bassins houillers belges, durant ces dernières années, et ont réduit à néant cette opinion, assez courante en dépit des affirmations de spécialistes (**17**, p. 170) et de praticiens (**13**, p. 162), que les troncs debout sont rares dans notre Westphalien.

M. G. Schmitz en a décrit un riche gisement aux Charbonnages de Bois-d'Avroy (**18** et **19**) et a signalé un autre cas au puits de la Boule des Charbonnages du Rieu-du-Cœur (**20**) ; puis c'est M. X. Stainier qui a fait connaître un gisement de troncs d'arbres debout au charbonnage de Falisolle (**4**), et un autre au Charbonnage d'Oignies-Aiseau (**21**), qui a également fait l'objet d'une note de mon collègue, M. A. Bertiaux (**22**). Enfin, M. Smeysters a détaillé

les découvertes faites aux Charbonnages de Monceau-Bayemont (**23**).

J'ai, pour ma part, rencontré des cas de troncs debout en de nombreux points, notamment :

Dans le Borinage, aux Charbonnages du Rieu-du-Cœur, puits St-Florent : toit de *Renard*, plat à 329^{m} ; aux Charbonnages du Couchant-du-Flénu, puits n° 2 : toit de *Grand-Franois*, plat à 387^{m}.

Dans le bassin de Charleroi : aux Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 1 : toit de *Duchesse*, plat à 532^{m} ; mur de *Six-Paumes*, droit; puits n° 2 MB. : toit de *Crèvecœur*, droit à 520^{m}, toit de la *Strapette*, plat à 464^{m} ; puits n° 12 : toit de *Duchesse*; 1er et 2e plats à 685^{m} ; puits n° 2 SF. : toit de *Broze*, plat à 650^{m} ; toit de *Crèvecœur*, plat à 600^{m} ; toit de *Quérelle*, plat à 650^{m} ; puits n° 7 : mur de *Follemprise*, plat à 410^{m}; aux Charbonnages de Masses-Diarbois, puits n° 5 : toit de *Grosse-Masse*, plat à 321^{m}.

Mon intention n'est pas de détailler ici tous ces cas. Beaucoup d'entre eux n'ont d'ailleurs pas pu être étudiés de façon suffisamment complète pour me permettre d'arriver à des conclusions certaines. Je me bornerai à en faire connaître deux qui sont réellement typiques. Mais, afin d'éviter toute confusion dans les développements ultérieurs, je demanderai à pouvoir reprendre la question d'un peu plus haut.



On comprend, sous le nom de « troncs debout », les débris d'arbres fossiles qui, empêtrés dans les roches du terrain houiller, ont leur axe dirigé sensiblement suivant une perpendiculaire aux strates.

En admettant que les strates aient été originellement horizontales ou à peu près horizontales, on rapproche tout naturellement cette attitude des troncs fossiles de celle des arbres actuels, dont la majorité a tendance à croître verticalement, et l'on est aisément porté à croire qu'on se trouve en présence de vestiges des forêts carbonifères, qui auraient été fossilifiés au lieu même de leur croissance. Cette idée paraît, à première vue, assez admissible, alors même que les troncs debout seraient quelque peu inclinés sur la perpendiculaire aux strates, soit que l'on veuille supposer que les sédiments qui les encaissent se soient déposés sur un talus (**16**) où croissaient ces arbres, soit qu'on se rappelle que si, de nos jours,

les arbres ont une tendance à croître verticalement, nombreux sont les spécimens dont le tronc est incliné.

Mais, ainsi qu'on le sait, cette attitude ne peut suffire pour entraîner une conviction ; elle n'est qu'un indice, mais non une preuve (**4**, p. 74). M. Fayol a achevé de démontrer, par ses expériences sédimentaires (**6**), ce fait important que les géologues avaient pour le moins pressenti plusieurs années auparavant, à la suite de leurs observations directes, à savoir, que des troncs charriés peuvent parfaitement se trouver debout.

J'ai rappelé ci-dessus, que l'attitude des végétaux désintégrés qu'on rencontre dans les roches, schistes, psammites ou grès, du Westphalien belge, se trouve en rapport avec la nature des sédiments dans lesquels ils sont enrobés. C'est dire que la loi établie par les expériences de M. Fayol peut certainement être applicable à certains de nos troncs debout.

Lors donc que nous rencontrons un tronc debout, nous ne devons considérer son attitude que comme un indice, mais comme un indice d'autant plus sérieux d'une fossilisation sur place, que la roche dans laquelle se trouve engagé ce tronc, et surtout la base de ce tronc, est d'un grain plus fin et d'une nature plus argileuse.

La grande preuve de la fossilisation sur place, sera toujours la présence de racines nombreuses et délicates, en connexion avec la base du tronc. Mais, ainsi que nous le verrons bientôt, la constatation de l'existence de ces racines n'est pas toujours possible, en raison du mode de fossilisation. Et c'est pourquoi il fallait préciser la valeur des indices qui, faute de mieux, constituent des preuves de second ordre.

Remarquons encore que, même dans le cas où le chevelu des racines se trouve conservé, il importe de constater que la roche qui les encaisse, ne diffère pas, par sa nature, du banc dont elle fait partie, afin d'écarter l'hypothèse qu'on se trouve en présence d'une souche qui aurait été arrachée d'un bloc à son sol de végétation.



Ceci dit, j'aborde la description des deux cas annoncés ci-dessus.

Le premier est celui d'un arbre debout rencontré dans le mur d'*Ardinoise*, au niveau levant à l'étage de 410 mètres du puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Cette voie avait été ouverte en enlevant la couche ainsi qu'une partie de son mur, dont la section irrégulière était visible sous la paroi nord de la voie.

Le croquis (fig. 9) détaille de façon un peu schématique la

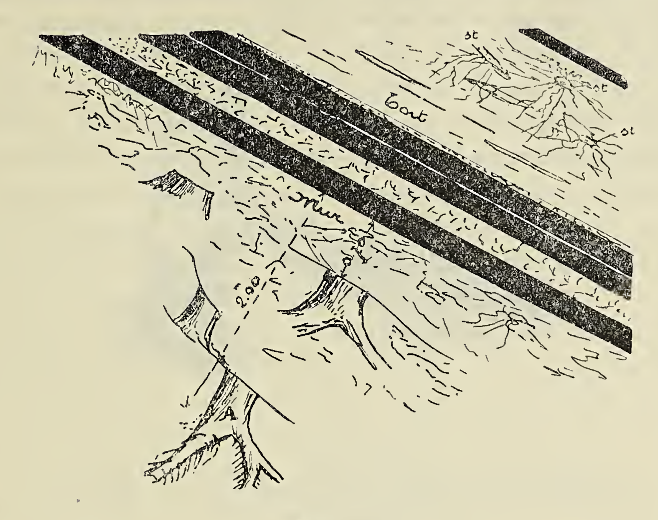


FIG. 9.

Croquis quelque peu schématisé de la coupe des terrains à la voie de niveau de 410 m., au pied du montage à 600 mètres levant, dans *Ardinoise*. Puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Echelle d'environ $^1/_{75}$.

composition des terrains ainsi mis à nu au pied du montage creusé à l'extrémité de ce niveau, endroit où le tronc debout dont il est question a été découvert. Le toit de la couche était accessible, en ce point, jusqu'au veiniat. L'entaille faite par le bosseyement ou coupage de la voie, dans le mur, était irrégulière ; à sa surface, apparaissaient, près de l'extrémité du niveau, deux souches peu importantes et peu nettes d'ailleurs, d'importants miroirs de glissement affectant le plan d'étalement de leurs racines majeures. Mais nous avons découvert, en A, une souche plus importante, mieux développée et surtout mieux conservée, dont quelques racines ont pu être rapidement mises à nu.

Il fut, malheureusement, impossible de dégager plus complètement la base de cet arbre, dont le tronc était d'ailleurs cisaillé à 0m35 de hauteur par un miroir de glissement (fig. 9).

La base du tronc se trouvant engagée, à 2 mètres environ en dessous du niveau de la veine, dans un schiste gris, compact, fine-

ment micacé, qui, au niveau des dernières radicelles, contenait de nombreuses tiges feuillues de *Sphenophyllum cuneifolium*, Sternb. (*sph*, fig. 10) et des pinnules isolées de *Neuropteris gigantea*, Sternb.

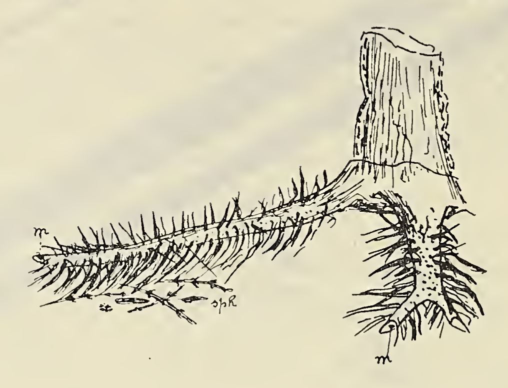


Fig. 10.
Croquis de la partie inférieure du tronc A. (fig. 9.)
Echelle de $^{1}/_{40}$.
Pour la légende, voir le texte.

Vers le haut, il passait progressivement à un mur plus argileux.

Le tronc, déformé en section, de façon assez semblable à celui représenté par la fig. 4, mesure $0^{m}30$ de diamètre ; il était recouvert d'une pellicule de houille brillante par endroits, ailleurs schisteuse, épaisse de 3 à 4 millimètres. Extérieurement, cette croûte était glissée et enduite de pholérite. Intérieurement, elle présentait, par endroits, une ornementation indécise, même dans la partie supérieure du tronc, sortes de côtes flexueuses, très froissées, larges de 2 à 3 mm., sur lesquelles ou entre lesquelles je n'ai pu découvrir la trace de cicatrices foliaires.

Il ne peut donc être décidé s'il s'agit, en l'espèce, d'un lepidodendron ou d'un sigillaire [1]. Le remplissage ne montrait, d'ailleurs, pas la présence d'un étui médullaire ; il était fait d'un schiste grossier, très micacé, mal stratifié, analogue à celui des roches encaissantes, dans lequel on retrouvait, vers le haut, des appendices de *Stigmaria* dirigés en tous sens. La surface de la colonne de remplissage était complètement glissée et enduite de pholérite.

[1] Cette ornementation rappelle celle de *Stigmariopsis anglica*, Kidston. Un nouvel examen me porte à croire qu'elle n'est autre que celle d'une empreinte sous-corticale très déformée de *Lepidodendron*.

Vers la base, elle était traversée par une série de miroirs de glissement, plus ou moins horizontaux et incomplètement développés.

La surface inférieure de la base était en forme de cupule quadrangulaire, ainsi que j'ai pu en juger par l'examen de la contre-empreinte. De la base, se détachaient donc quatre maîtresses racines qui se bifurquaient vraisemblablement assez rapidement, à ce que j'ai pu conclure de l'examen des débris qui ont, par la suite, été rapportés à la surface. Ainsi que je l'ai dit, il a, en effet, été impossible de dégager tout l'appareil radiculaire, qui avait, d'ailleurs, été détruit en partie avant la découverte.

Quoi qu'il en soit, deux fortes racines encore en connexion avec le tronc ont pu être parfaitement étudiées et dégagées de façon satisfaisante. L'une et l'autre sont légèrement aplaties ; toutes deux, couvertes depuis leur naissance d'ornementations nettes de *Stigmaria*, montrent l'empreinte de l'étui médullaire (*m*). L'une d'entre elles, de profil conique (*Stigmariopsis* ? Grand' Eury), se bifurquait rapidement en deux axes d'un diamètre moitié moindre (3 et 4 centimètres), cisaillés à leurs extrémités par un miroir de glissement. Cette racine était très plongeante, comme le montrent les croquis. L'autre, de diamètre assez constant (5 à 6 centimètres), s'étendait horizontalement sur plus de 70 centimètres de longueur.

De l'une et l'autre de ces racines, s'échappaient régulièrement de nombreuses radicelles lardant la roche tant vers le bas et le haut qu'horizontalement. Elles étaient, comme le montre la figure 10, légèrement courbées vers l'avant.

Le remplissage des axes était de même nature que celui du tronc. L'étui médullaire y était reporté vers le haut.



Le second exemple est d'un autre ordre.

Il a été découvert dans l'*escaille* de la couche *Broze*, chantier levant, à l'étage de 650 mètres du puits n° 2, Sacré-Français, des Charbonnages Réunis de Charleroi. La couche *Broze* forme, dans la région déhouillée par ce chantier, une vaste plateure faiblement ondulée. Dans la taille 2 bis, où le tronc a été découvert, la pente des bancs est de moins de 10°.

L'escaille s'abat, en général, avec la veine, de telle sorte qu'elle apparaît en section sur le front. C'est à cette circonstance excep-

tionnelle que je dois d'avoir pu étudier ce cas très remarquable. J'ajouterai qu'il me fut signalé, au passage dans la taille, par M. B. Bastin, délégué à l'inspection des mines.

La figure 12 reproduit fidèlement le croquis que j'ai levé rapidement de cet intéressant échantillon, dont la figure 11, pl. XI donne la photographie.

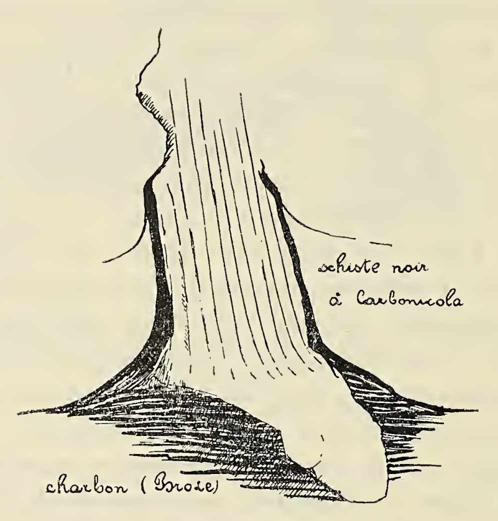


FIG. 12.

Croquis d'un tronc debout dans le toit de *Broze*. Puits Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi. Echelle de $^1/_6$.

L'arbre se poursuivait sur toute la hauteur du banc d'*escaille*, épais d'un peu plus de 30 centimètres et qui n'était autre qu'un schiste noir, très fin, à rayure plus ou moins brune, renfermant des débris, d'ailleurs rares, de *Carbonicola*, et barré par une partie durcie «clou» qui soulignait la stratification.

L'arbre se trouvait encore engagé dans la roche et n'apparaissait que par une partie de son pourtour dans la cassure de l'*escaille*. Sa surface, couverte de côtes assez plates, se prolongeait vers le bas au dessous du plan de la veine par une surface inclinée vers l'avant et plus ou moins conique. Une pellicule de charbon brillant, épaisse de 1 à 2 centimètres, entourait complètement l'arbre. Elle se prolongeait vers le bas en se courbant et se perdait dans la couche.

Celle-ci se relevait, ainsi que le montre le croquis, à l'endroit du tronc en une sorte de cône.

On remarquait dans l'*escaille*, à peu près à mi-hauteur, un retroussement qui correspondait à des miroirs de glissement de surface irrégulière, sur lesquels je n'ai pu découvrir aucune trace d'empreintes.

L'arbre put être enlevé de façon satisfaisante; sa base fut quelque peu abîmée; mais on put y conserver adhérent le bloc de houille sur lequel il reposait. Une cassure produite durant l'enlèvement, sectionna le tronc suivant un plan sensiblement diamétral.

Le tronc, de section à peu près ronde, mais quelque peu déformé verticalement, mesurait 17 centimères de diamètre à la base et 13 au sommet. Sa surface, presque entièrement polie et couverte, par endroits, de pholérite, montre de vagues cannelures longitudinales, plus ou moins régulières, de 7 à 8 mm. de largeur, qui se prolongent sur la partie supérieure de la face inclinée, visible sur la figure. L'enveloppe charbonneuse a été détruite par les travaux d'enlèvement et je n'ai trouvé, comme contre-empreinte dans la roche encaissante, qu'un miroir de glissement, de telle sorte que ce n'est qu'avec doute que l'on peut considérer cette souche comme la trace d'un tronc de *Sigillaria*.

La figure 13 est un dessin à mi-grandeur de la coupe intérieure du tronc, telle qu'on peut la voir dans la cassure irrégulière du fragment de base, auquel adhère encore un bloc de houille.

Cette coupe, sans être plane, est presque perpendiculaire à la direction du front de taille visible sur la figure précédente; elle est prise du côté opposé; on voit, en effet, à gauche, la partie supérieure de la face inclinée, tandis qu'à droite, la base du tronc est en forme de bulbe, résultat d'un glissement déterminé par le plissement. Le plan de coupe est d'ailleurs très irrégulier.

Le bas de l'échantillon est constitué par une houille rubannée, dont les lames brillantes ont été fortement soulignées sur le dessin. On y remarque quelques amas de fusain; les lames brillantes présentent un léger bombement vers le haut; elles plongent sous la face inclinée, constituée elle-même par une lame de charbon brillant, mais sous un angle beaucoup plus faible que la pente de cette face.

La zone charbonneuse s'élève jusqu'à la partie inférieure du tronc proprement dit. Elle se termine de façon rapide, quoique peu nette; on remarque encore un grand nombre de fines lignes charbonneuses horizontales, à la base du schiste gris qui remplit

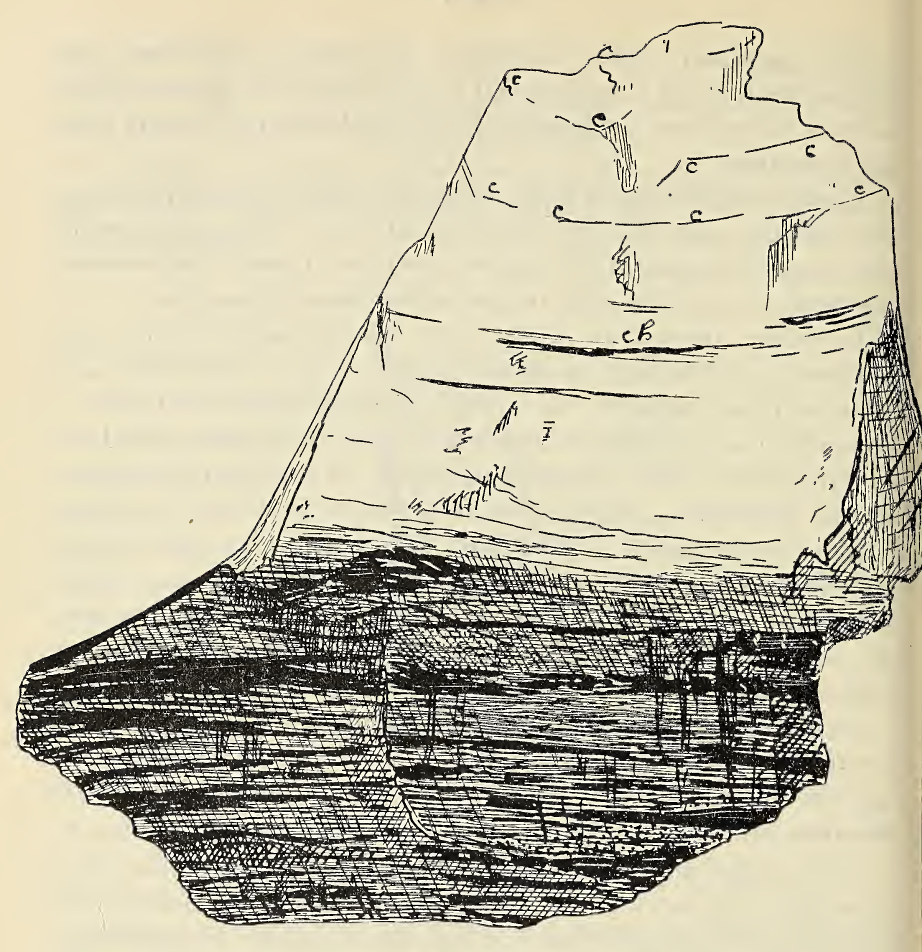


Fig. 13.
Vue de la cassure montrant la coupe intérieure du tronc représenté fig. 12.
Échelle de $^1/_2$.

le tronc. Ce schiste passe progressivement, vers le haut, à un schiste foncé, de rayure brunâtre. Le changement est particulièrement net au dessus de la lame charbonneuse (*ch*) indiquée sur le croquis, fig. 13, à mi-hauteur de la partie schisteuse.

La stratification de cette masse, soulignée par des filets charbonneux, épais de quelques dixièmes de millimètre, ainsi que par divers miroirs de glissement, est remarquable. Le remplissage est, en fait, formé par l'empilement de lentilles concaves vers le haut, ainsi qu'on peut le remarquer sur la figure, à l'allure de certaines lignes de cassure (*c*).

30 décembre 1905.

*
* *

Il y a, je pense, tout lieu d'admettre que nous avons affaire, dans ces deux exemples, à des arbres fossilifiés au lieu même de leur croissance.

La chose ne peut faire de doute pour les troncs debout du mur d'*Ardinoise* ; la seule hypothèse de transport possible est écartée, tout au moins pour le tronc que j'ai étudié de façon détaillée, du fait que la roche qui enrobe le chevelu de ses racines est de même nature que le mur normal, auquel elle est d'ailleurs intimement liée.

Mais cette conclusion n'est pas évidente pour le tronc debout découvert dans le toit de *Broze*, car on ne peut guère, dans ce cas, fournir la preuve directe. La base de l'arbre se perd dans la houille; c'est donc dans cette roche qu'il faudrait rechercher les racines et le chevelu. Je n'ai pu me livrer à cette recherche qu'il eût, d'ailleurs, été très malaisé de conduire à bonne fin. S'il s'était rencontré, à cet endroit, dans les parties supérieures de la couche de houille, des nodules à structure conservée, j'aurais pu espérer démontrer qu'il y existait des *Stigmaria*. Mais on sait que, jusqu'ici, on n'a pas rencontré, dans le Westphalien belge, de nodules à structure conservée du type de ceux de la couche *Catharina* du bassin de la Westphalie et de la couche *Eugène*, à Peterswald (Moravie). Quoiqu'il en soit, il importe de remarquer, d'une part, qu'un amas de végétaux peut parfaitement servir de sol de végétation, ainsi que M. Potonié l'a surabondamment prouvé dans ses études sur les marais tourbeux (**5**) et que, d'autre part, l'étude microscopique des nodules à structure conservée, faite, notamment, par M. C.-Eg. Bertrand, a établi, sans conteste, l'existence, dans la houille westphalienne, de racines de plantes aquatiques fossilifiées sur place (**24**, p. 369).

Néanmoins, il existe des présomptions graves en faveur d'une fossilification sur place de l'arbre en question, car la gaine de houille brillante qui entourait le tronc et qui représente une partie de l'écorce, se fondait avec la veine, où je n'ai malheureusement pu la suivre. On n'aperçoit certes pas distinctement sur la coupe (fig. 13), parmi toutes les larmes brillantes qui traversent le bloc, celle qui correspondrait à la base de l'arbre. Il faut, cependant, consi-

dérer l'incurvation vers le haut de ces lames, comme l'indice qu'une ou plusieurs d'entre elles représentent cette base. On se rappellera, en effet, que la surface d'assise du tronc du mur d'*Ardinoise* est en forme de cupule. Il resterait, toutefois, à expliquer la transition de la masse de houille au schiste de remplissage. Cette transition est assez brusque et c'est pourquoi je suis porté à admettre que ce tronc n'a pourri que jusqu'à un certain niveau ; ainsi qu'il arrive dans les marécages tourbeux, sa base a été tourbifiée. Le reste du tronc s'est putréfié par le cœur, puis a été, à un certain moment, envahi par l'argile. Celle-ci a pénétré plus ou moins dans les tissus supérieurs de la base, incomplètement tourbifiés. Et c'est pourquoi nous ne trouvons pas une limite absolument nette.

Il y a, d'ailleurs, lieu d'observer qu'à défaut de preuve directe absolue, nous avons, outre les indices que je viens de rappeller, une preuve indirecte. L'arbre se trouve engagé, par sa base, dans une roche de nature argileuse et organique, plus ou moins sapropéleuse, dont le grain est d'une finesse telle, qu'on peut dire que toutes les autres roches du terrain houiller sont plus grossières que celle là. Il y a donc toute chance qu'il soit fossilifié sur place.

Il ne reste, pour se rallier définitivement à cette hypothèse, qu'à écarter une dernière objection, celle de l'existence des retroussements au contact du tronc.

« Il y a longtemps », écrit M. de Lapparent (**25**, p. 952), « que le fait » du relèvement des couches encaissantes au voisinage des tiges a » été observé. La figure 378, empruntée à *l'Explication de la carte* » *géologique de France*, représente une tige de *Calamites*, longue » de plus de 5 mètres, trouvée en 1836 dans l'exploitation de la » fosse Bleuse-Borne, à Anzin, et où ce relèvement est très accen- » tué. Or cette circonstance, inexplicable dans l'hypothèse d'un » dépôt lentement opéré autour d'une tige en place, concorde au » contraire avec l'idée d'un transport. »

Le fait comme on le voit, mérite considération.

Il est toutefois impossible d'admettre que le banc d'escaille de *Broze* soit le produit d'une sédimentation rapide. C'est un dépôt de vase, où l'action de courants violents est inadmisible ; il faut donc chercher autre chose pour expliquer le retroussement.

L'étude du remplissage du tronc est, à cet égard, très suggestive. Le remplissage, surtout dans les parties supérieures où le schiste devient assez semblable à celui de l'escaille, est stratifié ; mais les

lits de stratification, qui forment des lignes de cassure facile, parce qu'ils sont souvent couverts d'une patine grasse, les lits de stratification ne sont pas plans. Ils affectent la forme de calottes sphériques, concaves vers le haut, ainsi que le montrent les lignes (*cc*) de la figure 13 [1]. Il y a donc retroussement des lits sur les deux faces de l'écorce. La figure intérieure est celle d'un ménisque. Aussi, suis-je porté à croire qu'il s'agit, en l'espèce, de phénomènes de capillarité.

Il se peut, d'ailleurs, que le tassement ait été moins fort aux environs de l'écorce, ainsi qu'on l'a déjà suggéré (**13**, p. 766). L'attidude des végétaux à plat des toits, témoigne de ce tassement (fig. 2, 6 et 7, pl. XI).

Quoi qu'il en soit, je pense que le relèvement des bancs ne peut être, de façon générale, considéré comme une preuve formelle du transport d'un tronc debout, car il peut s'expliquer par d'autres hypotèses que celle de courants violents. Mais, en admettant même que celle-ci soit la seule acceptable, on ne voit pas quelle différence il pourrait y avoir entre l'action exercée sur le dépôt de sédiment, d'une part par un tronc enlisé sur place, et d'autre part par un tronc charrié, qui, engagé par sa base, se tiendrait debout.

Aussi, doit-on admettre qu'il s'agit vraisemblablement, dans le cas qui nous occupe, d'un tronc fossilifié au lieu même de sa croissance.

* * *

La conclusion qui se dégage de ces observations sur les troncs debout, étant diamétralement opposée à celles que divers géologues belges ont été portés à accepter pour tous les cas étudiés jusqu'ici, j'ai cru devoir serrer de plus près la question et entreprendre une étude approfondie des travaux antérieurs.

Il est certain qu'il peut y avoir, dans notre Westphalien, des troncs debout charriés par des courants, puisque, ainsi que je l'ai rappellé plus haut, nous y constatons, dans les toits, des attitudes de végétaux désintégrés, conformes aux lois sédimentaires démontrées par M. Fayol. Mais il semblait bizarre que, dans tous les exemples décrits jusqu'ici, il se fût toujours agi de troncs charriés.

A vrai dire, M. G. Schmitz a signalé un cas analogue à celui

[1] Semblable fait a été relevé sur un des arbres dont parlent Dufrénoy et Elie de Beaumont (**13**, p. 766).

du tronc debout du mur d'*Ardinoise* dans le mur de la veine *Deux-Laies*, en plateure à l'étage de 495 mètres du puits n° 3, dit la Boule, des Charbonnages de Rieu-du-Cœur, à Quaregnon, sans cependant en donner d'autre description qu'une figure d'ailleurs schématisée (**20**). M. G. Schmitz semblait bien convaincu de la croissance sur place de cet exemplaire, bien qu'il ne dise, ni ne montre y avoir constaté l'existence du chevelu des racines.

Mais ces cas n'apportent guère d'éléments nouveaux, puisque ces troncs se trouvent dans une roche qu'il faut considérer comme un sol de végétation pétrifié. Ils nous apprennent, certes, que les *Stigmaria* ne représentent pas une végétation spéciale et qu'ils ont donné naissance à des tiges aériennes. Mais cette constatation, capitale pour la paléobotanique, peut être considérée comme secondaire au point de vue géologique.

Le gisement classique des troncs debout, c'est le toit. Or, de tous les troncs constatés dans les toits, aucun de tous ceux qu'on a étudiés jusqu'ici dans les bassins houillers belges, n'a été considéré comme étant en place. Dans le bassin houiller du Pas-de-Calais, M. Ch. Barrois a rapporté avoir vu, au toit de la veine n° 16, à la fosse 5bis des mines de Bruay, « un gros tronc de » *Sigillaria* debout, qui paraissait en place, avec ses racines » rampant àla surface de la veine » ; M. Barrois ajoute : « le » schiste de ce toit, très fin, est rempli de fougères étalées, » délicatement conservées, parmi lesquelles dominent les *Nevrop-* » *teris* et *Alethopteris*, et leurs pinnules sont chargées de coquilles » de *Spirorbis pusillus*, Martin *sp.* » (**26**, p. 51). C'est, à ma connaissance, le seul cas où on ait conclu à la fossilification sur place d'un tronc debout conservé dans le toit d'une couche du bassin franco-belge.

Nombreux sont, cependant, les doutes qui se sont élevés dans mon esprit, au sujet de l'origine sédimentaire de la position « debout » des troncs signalés jusqu'ici en Belgique. Je ne crois pouvoir mieux terminer ce chapitre qu'en les soumettant au lecteur.

* * *

Des trois troncs debout étudiés par M. X. Stainier au Charbonnage de Falisolle (**4**), le seul qui ait pu faire l'objet d'un examen approfondi, était un tronc de forme conique, de grande hauteur,

qui se trouvait empêtré dans un schiste gris, dur, compact, où les joints de stratification étaient peu perceptibles.

Sa base, sur laquelle on distinguait, sur la face est-ouest, deux moignons de racines « nettement terminés par une surface lisse » arrondie même sur les arêtes », était enfoncée de 2 à 3 centimètres dans une couche de schiste charbonneux avec lits minces de charbon brillant. Cette couche qui avait 0m20 à 0m25 de puissance sous les arbres, s'amincissait en s'en écartant et finissait par ne plus constituer qu'une ligne noire charbonneuse, ou passée de veine.

La stampe, épaisse de 8 mètres entre cette passée de veine et la couche *Lambiotte* sous-jacente, était constituée, au haut, par une roche un peu grossière, rappellant le mur et contenant, en outre, des radicelles de *Stigmaria*, des frondes de fougères et des débris de tiges de *Calamites*, disposés à plat. Plus bas, la roche devenait plus feuilletée et présentait, contre la couche, les caractères d'un toit. Le tronc debout ne possédait pas d'enveloppe charbonneuse.

Je complète ce résumé par la reproduction d'une partie des figures originales (fig. 14 et 15) [1].

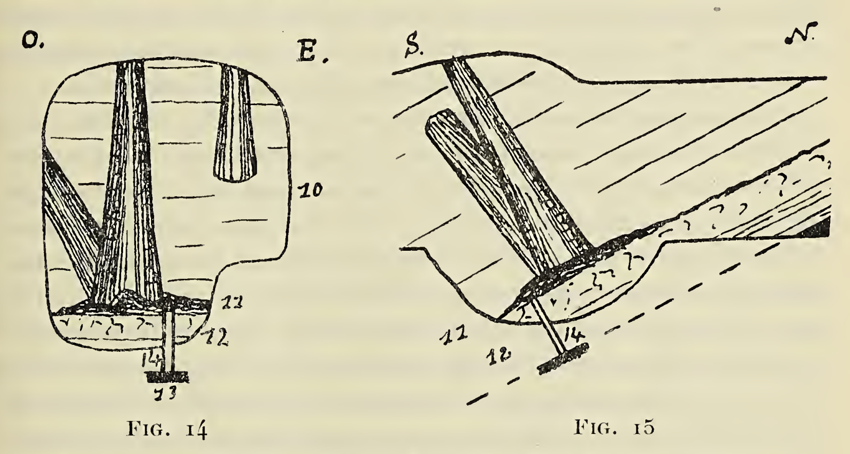


Fig. 14 Fig. 15

Vues en travers (fig. 14) et en long (fig. 15) du bouveau où furent rencontrés les troncs debout au Charbonnage de Falisolle.
(Extrait du mémoire de M. X. Stainier, fig. 2 et 3, pl. IV).

[1] L'arbre figuré à droite du tronc conique, n'était visible que par la pointe, lors de la visite de M. Stainier. La prolongation de la galerie nécessita sa destruction.

Voyons, à présent, les raisons qui font admettre à M. Stainier que « ces arbres ne sont pas en place », mais qu'au contraire, » arrachés de leur sol natal par la violence des eaux, ils ont été en- » traînés au loin et sont venu s'enliser là où nous retrouvons au- » jourd'hui leurs débris ». J'examinerai successivement chacun des arguments présentés.

Je reproduis textuellement l'exposé du premier :

« *a*. Tout d'abord, » dit M. Stainier, « si ces arbres étaient en place, » ils se trouvent, pour nous montrer les caractères de troncs en » place, dans une situation bien plus favorable que ne le sont la plu- » part de leurs congénères que l'on découvre dans les charbon- » nages. »

On ne peut que partager cet avis. Les figures reproduites ci-dessus montrent combien grandes ont pu être les facilités d'observation (**4**, p. 69).

« Dans l'immense majorité des cas, en effet, » continue M. Stainier, « les troncs que l'on découvre se trouvent dressés immédiatement » sur la couche de charbon qui, on doit en convenir, ne devait pas » présenter un sol bien favorable au développement d'un arbre ».

Cette affirmation est fortement mise en doute, pour ne pas dire réduite à néant, par les observations faites dans les marécages tourbeux. Des végétaux en voie de tourbification peuvent parfaitement servir de sol de végétation à des arbres de grande taille.

« Tel n'est pas le cas ici : Nos troncs », poursuit M. Stainier, « re- » posent sur un banc de cette roche que les partisans de la formation » de la houille sur place considèrent comme le sol dans lequel se sont » implantés les végétaux houillers. Si nos arbres étaient en place, » on devrait donc voir ici leur souche émettre en tous sens de puis- » santes racines en rapport avec les dimensions des arbres et s'insi- » nuant de tous côtés dans le banc sous-jacent. Ici, rien de tout cela. » A peine quelques petits moignons de racines n'ayant aucune rela- » tion avec les fragments isolés et épars de radicelles qui se trouvent » dans le même banc, fragments qui se montrent bien aussi comme » étrangers à la roche qui les renferme. Dans ce prétendu sol, nous » voyons, sous l'arbre lui-même, des végétaux disposés à plat comme » ceux qui se déposent au milieu d'un sédiment en voie de forma- » tion ».

J'ai établi ci-dessus que la présence d'empreintes de toit dans un mur, ne modifie en rien le caractère essentiel de cette roche.

L'argumentation de M. Stainier paraît, d'ailleurs, être en contradiction avec la description rappellée ci-dessus et avec ses croquis.

L'arbre reposait, non directement sur le mur, mais sur une couche épaisse de 20 à 25 centimètres de schiste charbonneux, dans laquelle il pénétrait de 2 à 3 centimètres (**4**, p. 73). Mais M. Stainier a cru pouvoir rattacher cette couche au mur dans son argumentation. De là, ainsi qu'il a bien voulu me le dire, l'apparence de contradiction.

Il me paraît, cependant, que le mode de fossilisation de végétaux peut avoir été très différent dans un schiste charbonneux et dans un schiste franc et que, dans ces conditions, la recherche des prolongements des racines est tout aussi délicate que quand le tronc repose sur la couche de houille.

« *b*. Le fait de voir nos troncs bien perpendiculaires aux bancs, » comme le seraient des arbres réellement en place, ne constitue » nullement une preuve, comme on l'a dit tant de fois. On sait, en » effet, que de nos jours encore les arbres emportés par les courants » flottent les racines en bas, étant donné que le centre de gravité se » trouve très près de la souche. Ce qui est vrai de nos jours était » encore plus vrai à l'époque houillère, avec des troncs coniques » comme les nôtres, troncs, en outre, presque creux, n'ayant qu'une » mince écorce ligneuse. »

Cet argument se borne à rappeller des faits généraux, mais il ne rappelle qu'une partie des faits : ceux relatifs au flottage. M. Fayol a recherché si cette attitude debout se conserve lors du dépôt ; et il a constaté, ainsi que je l'ai rappelé ci-dessus, que l'arbre a d'autant plus de tendance à se coucher, que le grain de la roche est plus fin. Or, d'après la légende de la fig. 2 de la planche IV, l'arbre, engagé faiblement par sa base dans une « couche de schiste » charbonneux avec lits minces, brillants, de charbon » (n° 11 des croquis), était enrobé dans un « schiste gris dur bien stratifié vers » le haut, devenant plus compact au voisinage des arbres, où les » joints de stratification sont peu perceptibles » (n° 10 des croquis, fig. 14 et 15).

Le fait que ce tronc soit debout dans un schiste, ne plaide-t-il pas plutôt en faveur de sa fossilification sur place ?

« *c*. On ne peut guère se figurer », écrit encore M. Stainier, « com» ment on pourrait concevoir des arbres grandissant sur place dans » des conditions générales de gisement comme celles que nous avons

» dans ce gîte de Falisolle. Il faudrait admettre pour cela que la sur-
» face de la couche *Lambiotte* fût venue à un moment donné à la
» surface des eaux, puis, tout à coup, il y aurait eu un envahissement
» rapide de la mer, puisque dans le toit du veiniat de *Lambiotte* on
» retrouve, non seulement dans tout le charbonnage de Falisolle,
» mais dans tous les charbonnages voisins, une abondante faune de
» *poissons marins*. Une telle transformation de conditions : passage
» d'un état continental à un état marin, devrait être accompagnée de
» ravinements, de transformations lithologiques dont on ne retrouve
» pas la moindre trace ici. »

La première remarque qu'il importe de faire ici, est que les caractères de la formation houillère sont essentiellement locaux. L'ensemble est formé, sauf de très rares exceptions, par un imbriquement de lentilles plus ou moins développées. La région en question semble bien avoir été le théâtre de phénomènes spéciaux à cette époque, car voici en quels termes M. X. Stainier, partant de la notion du transport, explique ce qui s'est passé : (**4**, p. 75.) « *d*. La sixième plateure de la veine *Lambiotte*
» se trouve dans une région où il y a eu un apport plus considé-
» rable de matériaux. En effet :

» 1° Dans cette sixième plateure, la veine *Lambiotte*, dont
» nous avons donné plus haut la composition (1), n'a que 0m60 de
» charbon (abstraction faite du veiniat). Ici, dans les tailles de
» la voie de niveau de 328m30 (2) notamment, la composition est
» la suivante :

» Charbon 1m00
» Havage dur 0m02

» Nulle part dans le charbonnage, la veine n'a été si belle ni si
» puissante (une veine de 1 mètre de charbon sans aucune inter-
» calation est fort rare en Belgique).

» 2° Immédiatement après la formation de la veine, il s'est pro-
» duit un nouvel apport de matières végétales caractérisé sur-
» tout par la présence de troncs de grandes dimensions. C'est à
» la présence de ces nouvelles matières qu'est due la formation de
» cette petite couche charbonneuse qui n'est connue nulle part

(1) » Veiniat : Charbon 0m20.
» — Schiste charbonneux 0m20.
» Veine : Charbon 0m60.

(2) Peu au-dessus du point où furent rencontrés les arbres.

» ailleurs dans cette région. Il est fort probable que cette couche » mince charbonneuse n'est pas autre chose que le résidu de la » décomposition de toutes les parties végétales arrachées pendant » le transport et surtout pendant l'enlisement à ces troncs et à » d'autres qui existent peut-être aux alentours. Ainsi s'expliquerait l'épaississement de cette couche charbonneuse dans les » environs du tronc.

» 3° Il s'est ensuite produit dans cette région une accumulation inusitée de sédiments qui a provoqué l'écartement insolite » du veiniat d'avec la veine. Grâce aux coupes des bouveaux *e* et » *f*, on voit que cet accroissement de sédiment est surtout de » nature sableuse.

» Dans le bouveau *f* (1), on ne voit entre le veiniat et la veine » qu'une mince couche de psammite, tandis que dans le bouveau *e*, » situé dans une région où le veiniat est encore plus écarté de » la veine, on voit s'intercaler un horizon épais de grès. »

La région est donc spéciale. Il y a épaississement de la stampe entre le veiniat et la veine *Lambiotte*.

Cet épaississement n'est nullement une conséquence du plissement, bien que l'on se trouve ici dans le voisinage du crochon de tête, car la coupe du travers-bancs *f* montre une succession régulière de bancs, entre la veine et le veiniat; en outre, les troncs ne sont pas déformés. Ces phénomènes sédimentaires locaux sont caractérisés surtout par l'apparition d'une passée de veine, schiste charbonneux, peu au-dessus de *Lambiotte*.

M. X. Stainier peut-il, dans ces conditions, faire état d'un fait qu'il dit être normal, pour écarter l'hypothèse d'un enlisement sur place ? Peut-il, d'ailleurs, conclure que parce que le toit du veiniat de *Lambiotte* renferme une faune marine, le mur de ce même veiniat, c'est-à-dire l'intercalation entre le veiniat et la passée de veine dans laquelle furent découverts les troncs debout, est, elle aussi, d'origine marine ?

La chose ne me paraît guère admissible, puisqu'il s'agit d'un dépôt très local. Serait-il enfin besoin de supposer, pour pouvoir admettre que ces arbres sont en place, que la couche *Lambiotte* fut venue, à un moment donné, à la surface des eaux ? Non, car les *Stigmaria*, de même que la presque totalité des plantes houillères, avaient un habitat marécageux.

(1) Celui où furent découverts les arbres.

Se basant sur les faits acquis, voici quelle est l'idée qu'il me semble possible de se faire, sans théorie préconçue, de la suite des phénomènes.

Après la formation de la couche *Lambiotte*, tandis que, dans la plus grande partie de la région, se déposait une couche de schiste charbonneux, il y a eu ici un important apport de sédiments terrigènes. Cet apport a, cependant, subi un instant d'interruption, car il s'est implanté, dans cette boue, une végétation de *Stigmaria* qui, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus à propos du cas d'*Ardinoise*, a pu être en relation avec des troncs debout. Il s'est déposé, sur ce sol de végétation, une mince couche de schiste noir, charbonneux, avec des lignes minces de charbon brillant. En examinant de près ces lignes brillantes, dit M. Stainier (p. 73), on voyait qu'elles étaient formées de végétaux houillifiés, spécialement de grands morceaux paraissant être des morceaux d'écorces. Puis la sédimentation terrigène a repris avec une intensité plus grande. Ces argiles et sables déposés, le veiniat de *Lambiotte* s'est constitué, ici, comme dans le reste de la région. Une invasion marine mit fin à sa formation.

Dans ces conditions, le tronc n° 1 peut-il être considéré comme fossilifié sur place ?

Peut être oui ; car ses conditions de gisement sont très analogues à celles de l'arbre découvert dans l'escaille de *Broze*, au puits Sacré-Français.

En tous cas, il n'existe, ce me semble, en faveur de son apport par flottage, aucun argument décisif. Qu'il repose sur le mur ou sur la couche schisto-charbonneuse, le tronc se trouve sur un sol propre à la végétation. Il n'est, d'autre part, pas prouvé qu'il y a lieu, après la formation de la passée de veine, à un retour rapide et offensif de la mer, qui aurait fauché tout arbre qui se serait trouvé encore debout. Ce retour n'est établi que pour le veiniat de *Lambiotte*.

Le fait que le tronc est renfermé dans un banc schisteux est, d'autre part, une objection sérieuse à l'hypothèse d'un charriage. La présence d'un cône de charbon à la base du tronc est, d'ailleurs, difficile à éclaircir dans l'hypothèse d'un transport.

M. Stainier explique « l'épaississement de la couche charbon- » neuse aux environs du tronc, en admettant que cette mince cou- » che charbonneuse n'est pas autre chose que le résidu de la décom- » position de toutes les parties végétales arrachées pendant le trans-

» port et surtout pendant l'enlisement, à ces troncs et à d'autres qui » existent peut être aux alentours. »

L'explication me paraît difficilement acceptable, car la base du tronc n'était enfoncée que de 2 à 3 centimètres dans l'amas charbonneux. Si l'on admet que le tronc a été amené par flottage, il est évident que les matières qui ont constitué l'amas charbonneux étaient, pour la plus grande partie, déposées avant que le tronc ne vienne à s'échouer. Mais alors, pour quelles raisons le tronc se serait-t-il arrêté au beau milieu de ce cône charbonneux ? C'est ce que je ne saisis pas.

N'est-il pas plus simple d'admettre que ce cône représente les racines qui, se trouvant sous le niveau des eaux, se sont tourbifiées ? On peut certes objecter que deux moignons de racines sont conservés, non en charbon, mais en pierre. Ce fait signifie simplement que ces racines, tout comme le tronc, se sont putréfiées. Grâce à leur connexion avec le tronc, elles ont pu être plus profondément atteintes. Mais cette attaque s'est, ainsi qu'il se passe dans les tourbières modernes, limitée à un certain niveau. L'explication se concilie, d'ailleurs, parfaitement avec le fait que ces moignons étaient nettement terminés par une surface lisse, arrondie même sur les arêtes, car les mouvements produits dans les roches par le plissement doivent avoir entraîné la destruction de la liaison entre les parties carbonifiées et les parties pierreuses.

Il importe encore de remarquer que, parlant du second tronc très fruste, découvert contre le premier, M. Stainier déclare que « sa base se fondait aussi insensiblement avec la couche charbon- » neuse ».

N'est-ce pas là un argument important en faveur de la fossilification sur place ?

* * *

Le gisement d'Oignies-Aiseau a fait l'objet de deux descriptions, l'une de M. X. Stainier (**21**), l'autre de mon collègue, M. A. Bertiaux (**22**).

Les troncs ont été rencontrés dans une galerie à travers bancs à l'étage de 320 mètres du puits n° 5, dans le toit immédiat de la couche *Grand-St-Martin*, aux points de recoupe de deux dressants de cette veine.

Il y a lieu de distinguer, dans ce gîte, trois parties bien différentes :

1° La première décrite par M. Stainier et par M. Bertiaux, comprend un seul tronc long de 6 mètres, placé horizontalement, mais géologiquement debout.

Son profil est visible sur la figure 16, détachée du travail de M. Stainier.

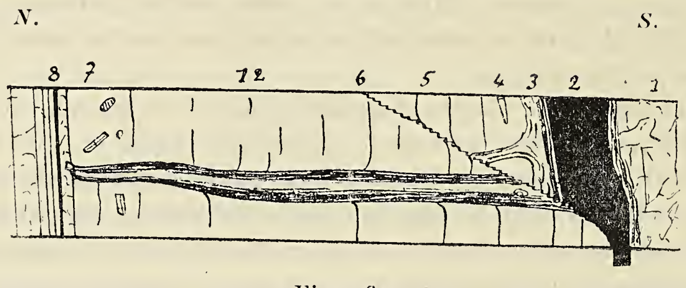


Fig. 16

Vue en long de la paroi du bouveau à 320 m. du puits n° 5 des Charbonnages d'Oignies-Aiseau. Extrait du mémoire de M. Stainier, fig. 1, pl. VI).

Il était empêtré dans un schiste psammitique (siliceux) micacé, chargé de débris de végétaux, *Calamites*, et pénétrant, par son extrémité arrondie, dans le mur d'une veinette.

Il était cisaillé du côté de la base par une petite faille ; d'après une communication faite aux auteurs par M. Thirian, directeur des travaux, on aurait recoupé, en creusant une galerie de niveau dans la couche, à 0m50 de la paroi du travers-bancs, un débris de tronc, compris entre le plan de faille et la couche, et qui paraissait bien être la base du tronc de 6 mètres. Ni M. Stainier, ni M. Bertiaux n'ont pu étudier les conditions du gisement de cette base.

Nous sommes donc privés, ainsi que le remarque M. Stainier, des éléments les plus intéressants pour trancher la question d'origine.

La seule remarque que l'on puisse faire, est que le sédiment encaissant étant une roche argileuse, il y a moins de probabilité en faveur d'un charriage que pour une fossilification sur place.

2° M. Stainier renseigne qu'« au dessus du tronc principal, il y a » un arbre plus mince, qui, lui, se trouve de l'autre côté de la faille » et nous montre ses relations avec la couche. Ce petit arbre ne

» vient pas en contact avec la veine, mais on le voit en quelque » sorte se fondre et disparaître dans une couche de schiste fortement rempli de débris végétaux charbonneux. Il est impossible de » rendre exactement par le dessin (fig. 16) la façon dont se fait cette » terminaison inférieure de l'arbre (¹), mais l'impression que » l'observation nous a laissée est qu'il n'y a pas là d'apparence d'implantation naturelle d'un végétal dans son sol nourricier. Un » arbre bien implanté se montre sous le sol étendant, en tous sens, » son système de racines de plus en plus divisé, mais on ne voit pas, » comme ici, l'arbre passer, en quelque sorte, par transition insensible au sédiment voisin » (**21**, p. 542).

La seule remarque que je me permettrai de présenter est qu'il eut été intéressant de savoir si le schiste voisin renfermait des radicelles et plus particulièrement des *Stigmaria* et que, d'autre part, certains végétaux, tels les *Calamites*, ne possédaient pas un système radiculaire aussi développé que, par exemple, les *Lepidodendron*. Il eut donc été intéressant de savoir à quelle espèce on avait affaire dans ce cas.

3° M. Bertiaux a étudié, outre l'arbre de 6 mètres, deux troncs situés dans le toit du deuxième dressant de *Grand-Saint-Martin*. Ces troncs, longs de 1m20, s'étendaient du faux-toit de la veine à un même plan de stratification « qui n'était pas très nettement » marqué ».

Le seul d'entre eux qui ait été examiné en détail, se terminait par une surface de fracture assez compliquée, ne présentant aucune trace de branche ou de racine. Ce tronc montrait, à la base, quelques fines lamelles de calcite et des taches blanches de pholérite.

Son sommet finissait par une surface légèrement arrondie, sa surface étant presque entièrement glissée. Il était rempli d'un schiste psammitique avec débris de *Calamites* et se trouvait empâté dans un schiste également psammitique avec débris de *Calamites Suckowi* et de *Sphenophyllum*.

M. Bertiaux conclut que « les conditions de gisement de ces » troncs debout ne paraissent pas décisives pour permettre de se » prononcer en faveur de l'une ou l'autre théorie ».

Je me bornerai à faire remarquer que les probabilités sont, dans ce cas encore, plutôt en faveur d'une fossilification sur place.

(¹) A en juger par le croquis, on le croirait implanté.

La liaison de l'arbre et du faux-toit (schiste charbonneux) a vraisemblablement été détruite ici par un glissement qui s'est produit à la limite des schistes et des roches charbonneuses. C'est là un fait courant sur lequel je reviendrai bientôt.

4° M. Stainier a, à l'occasion de la découverte de ces troncs debout, rappellé une observation qu'il avait eu l'occasion de faire au puits n° 14 des Charbonnages de Monceau-Fontaine. Il s'agit d'un fragment de tronc de *Calamites*. « Ce tronc se trouvait au toit » de la première veinette, que l'on observe dans ce bouveau sous la » veine *Grande-Pieuse*. Ce tronc, d'environ 0m60 de long, était coupé » en deux par un rejet produit par une faille empruntant vraisem- » blablement un joint de stratification. Mais la chose importante, » c'est que ce tronc venait dans le bas se terminer brusquement et » nettement contre un petit banc de grès, alors que la roche encais- » sant le tronc est du schiste psammitique bien différent. La » séparation entre les deux roches est très nette et il n'y a à la base » du tronc aucune trace de racine. Il s'agit bien ici d'un arbre » emporté et brisé par les courants, emporté plus ou moins loin de » son sol natal et mêlé ultérieurement aux sédiments. » (**21**, p. 543).

L'évidence de cette conclusion ne me paraît pas s'imposer, à s'en rapporter à cet exposé. En fait, il s'agit, ainsi que le montre le croquis reproduit ci-contre (fig. 17), d'un débris de tige debout, limité à deux joints de stratification et cisaillé, en son milieu, par un joint intermédiaire. Ce joint est affecté d'un rejet; c'est là chose assez courante. Le plissement des couches entraîne forcément des déplacements relatifs des lits. Ces déplacements ne sont pas toujours des mouvements suivant l'inclinaison ; ils sont, peut-on dire, généralement gauches. L'arbre, limité par deux joints de stratification, peut parfaitement s'être primitivement prolongé par delà ces deux joints. Les portions extrêmes, la base notamment, peuvent, comme celle de l'arbre de 6 mètres d'Oignies-Aiseau, avoir été déplacées latéralement de quelques centimètres et, partant, n'être pas visibles sur la paroi du travers-bancs.

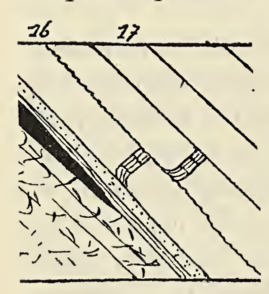


FIG 17.
Vue en long de la paroi du bouveau à 685 m. du puits n° 14 de Monceau-Fontaine. (Extrait du mémoire de M. Stainier fig. 3, pl. VI).

M. Stainier a, cependant, bien voulu me faire remarquer qu'ayant examiné spécialement cette objection lors de l'étude sur place, il avait acquis la conviction qu'il n'y avait pas eu glissement entre le banc de grès et celui de schiste.

Je ne puis, évidemment, rien objecter à cette remarque, sinon que, pour pouvoir conclure franchement qu'il s'agit d'un débris charrié, dans le cas de pareille découverte, dans des terrains soumis à des plissements intenses, il faudrait trouver la terminaison du tronc en plein banc.

***

Le gisement de troncs debout du puits St-Charles des Charbonnages de Monceau-Bayemont, décrit par M. Smeysters (**23**) comprend deux parties.

La première ne comporte qu'un seul tronc découvert dans la paroi d'un travers-bancs, peu en-dessous de la couche *Crèvecœur*. C'est un *Sigillaria* de $0^{m}30$ de diamètre, assez déformé, qui, visible sur toute la hauteur de la paroi, $2^{m}50$, se prolongeait tant vers le haut que vers le bas. Ni sa tête, ni sa base n'ont été explorées. Le tronc, sensiblement vertical, était engagé dans un psammite nettement stratifié, dont les bancs inclinaient de 20° au Sud. Son écorce charbonneuse entourait un moule de psammite dans lequel on a retrouvé des débris végétaux étrangers.

Comme on le voit, il n'y a guère moyen de décider s'il s'agit d'un arbre charrié ou d'un tronc en place.

Un groupe de quatre troncs a, d'autre part, été mis à découvert par l'ouverture d'une voie dans les remblais de *Crèvecœur*.

Ces quatre troncs, sensiblement perpendiculaires aux strates, étaient engagés dans un schiste franc. Ils s'évasaient progressivement vers le bas ; l'un d'eux, pénétrant dans le faux-toit, montrait, à sa partie inférieure, des traces de racines à ornementation de *Stigmaria*. La dislocation des terrains et la disparition de la couche n'ont pas permis de pousser plus loin les constatations. M. Smeysters a, d'ailleurs, fait remarquer que les figures qu'il a données des conditions de gisement de ces troncs étaient des reconstitutions.

Ces dessins donnent, certes, l'impression qu'« on ne se trouve pas » en face d'arbres fossiles ayant cru sur place, mais bien d'épaves » charriées et échouées à l'endroit où l'exploitation les a fait dé- » couvrir ». Mais peut on considérer cette impression comme devant entraîner la conviction ?

Il a été impossible, les terrains étant disloqués, d'étudier les relations existant entre la base des troncs et la houille schisteuse, faux-toit, qui surmontait immédiatement la couche. L'absence de racines complètes ne peut donc être considérée comme significative. Quant à la preuve indirecte, elle est en faveur d'une fossilification sur place, puisque la roche encaissante est un roc, schiste, bien caractérisé.

***

De tous les cas signalés jusqu'ici en Belgique, le plus important est, sans conteste, celui du dressant vertical de la couche *Grande-Veine*, à l'étage de 409 mètres du siège du Grand-Bac de la Société anonyme du charbonnage du Bois-d'Avroy, étudié et décrit par M. G. Schmitz (**19**).

Il s'agit de trente trois troncs debout, empêtrés dans un « schiste » gréseux » et répartis sur une longueur de 95 mètres, dans la paroi nord de la voie de niveau qui, ouverte dans la couche, mesurait 2 mètres de hauteur.

Presque tous possédaient une gaine charbonneuse. Un grand nombre d'entre eux étaient des sigillaires. Leurs bases apparaissaient comme des circonférences sur « la paroi lisse et brillante du » *toit* ». La planche jointe au mémoire original, montre que ces troncs étaient assez régulièrement répartis.

Le banc immédiatement sous-jacent était un faux-toit, schisteux et noir, contenant, surtout à la partie supérieure, de nombreuses empreintes à plat. En-dessous venait la couche *Grande Veine* en un lit.

La répartition de troncs paraît être une circonstance « plutôt » favorable à l'idée d'une trouvaille *in loco natali*.

» Mais », écrit M. G. Schmitz, « deux autres conditions s'y opposent absolument, et c'est sur celles-ci qu'il nous faut insister.

» La première, c'est que les souches sont *nettement arasées à* » *l'approche de la couche de houille*. La plupart vont, de plus, en » accentuant très fort l'évasement qui est naturel aux troncs près de » la naissance des racines. Cet épanouissement est si accusé que » M. l'ingénieur Bogaert nous fit observer, avec raison, qu'il serait » contre nature d'attribuer au végétal une progression de cette » allure pour lui faire atteindre le *mur* de la couche.

» On ne pourrait pas davantage songer à enraciner les souches » dans le *toit* lui-même. La transition normale de la roche stérile à

» la houille, qui sépare la base du tronc du sommet de la couche, est
» à peine de quelques centimètres de schiste charbonneux.

» Nous n'avons rien remarqué de ce que figure souvent M.
» Grand'Eury. Nulle part, dans notre gisement, le tronc ne se
» trouve à la distance voulue pour permettre aux racines de pren-
» dre leur développement, tout en respectant, avec un soin scru-
» puleux, le domaine du lit houilleux.

» Ces scrupules seraient d'ailleurs ici superflus, comme va le
» montrer la seconde circonstance, de loin plus grosse en consé-
» quences. Les souches 1, 15, 26 et 31 de la planche vont la mettre
» en lumière.

» Malgré leur faible épaisseur, les feuillets du *faux-toit*, qui font
» passer le schiste psammiteux du *toit* au charbon de la couche,
» contiennent des empreintes assez variées. Entre autres, nous y
» avons relevé la présence de nombreuses tiges de Lycopodinées et
» d'Équisétinées *aplaties et couchées à plat*. Or, parmi ces tiges,
» *quatre sont appliquées dans la position horizontale sur la base*
» *même des quatre troncs-debout* en question. Elles se trouvent
» tellement appliquées sur les troncs que leurs empreintes passent
» comme une sécante à travers la base du cylindre arasé. L'em-
» preinte, bien marquée de part et d'autre sur les roches encais-
» santes, l'est tout aussi bien sur la base même du tronc; sa netteté
» se trouve un peu compromise là où passe l'« empreinte en creux »
» de M. Briart.

» Impossible donc de prétendre que ces souches soient *in loco*
» *natali* et qu'elles aient poussé leurs racines malgré la présence de
» tiges qui s'appliquent sur la surface même de leur base arasée ».

Cette argumentation repose, en premier lieu, sur une hypothèse. Elle suppose, en effet, que les arbres en question ne peuvent avoir été enracinés dans la couche de houille.

Il paraît y avoir là une idée préconçue. Pourquoi les racines des arbres debout devraient-elles respecter la couche de houille ? Si cette houille résulte de l'accumulation sur place des forêts fossiles, pourquoi se refuser à admettre que, primitivement, les arbres n'aient pu se développer à la surface de cette « tourbe » ainsi qu'il arrive dans les tourbières boisées (**16**, p. 233). Vouloir que ces arbres aient leurs racines enfouies dans le mur au-dessous d'une épaisse couche de végétaux en voie de tourbification, serait d'ailleurs méconnaître les conditions végétatives des plantes. Il n'est

donc que très naturel que la plupart des troncs affectent l'allure de souches au contact du faux-toit. Ce fait plaide, tout comme la répartition des troncs, en faveur d'une fossilification sur place.

M. G. Schmitz fait, en second lieu, abstraction d'une des principales circonstances de gisement : la couche, à l'endroit où les arbres ont été découverts, est en dressant. C'est chose bien connue que, dans les terrains en dressants, les phénomènes de laminage des couches sont fréquents. L'examen des coupes de nos charbonnages, de même que l'étude de celles des Alpes, par exemple du massif du Säntis que j'ai eu la bonne fortune de parcourir, l'an dernier, sous la conduite de M. Heim, permet de saisir toute l'importance et toute la généralité du fait. Or, il y a certainement eu, dans la région où furent découverts les troncs, d'importants glissements entre le toit et le faux-toit. Car la surface de celui-là était « lisse et brillante ».

Quelle importance peut-on donc, dans ces conditions, attribuer au fait que les souches étaient nettement arasées à l'approche de la couche de houille, au point que leurs bases apparaissaient comme des circonférences sur la paroi lisse et brillante du toit ?

Aucune, je pense. Si la couche *Broze* avait été soumise à un plissement intense, dans la région du puits Sacré-Français, où fut découvert le tronc debout décrit ci-dessus, il y aurait eu glissement relatif de l'escaille et de la couche, suivant la surface de séparation la plus facile, c'est-à-dire suivant la dernière lame de charbon. Celle-ci affectant une allure convexe vers le haut, nous aurions pu remarquer, dans le toit, après enlèvement de la veine cette « empreinte en creux qui circonscrit une surface grossière- » ment circulaire », que Briart a signalée (**27**, p. 838) comme caractérisant la base des troncs debout.

Une souche en liaison étroite avec la veine peut donc avoir vu cette liaison détruite par suite des plissements ultérieurs.

Le premier argument ne porte donc pas. Il en est de même du second. Nous savons, en effet, que la présence de végétaux à plat en-dessous d'un tronc n'est pas la preuve que le tronc a été amené en ce point par flottage. Le fait est du même ordre que la présence d'empreintes de toit dans un mur.

Mais il y a plus ; les positions relatives actuelles du tronc debout et des végétaux à plat, peuvent n'être que le résultat du plissement. Car il y a eu glissement relatif du toit et du faux-toit, glisse-

ment accompagné, du reste, de laminage, qui peut avoir fait disparaître une partie du faux-toit et avoir amené les débris à plat en contact avec le remplissage schisteux du tronc.

Il est d'ailleurs à remarquer, tant à propos de ce cas, que des précédents, que les conditions générales de gisement renseignées par nos confrères, ne sont nullement celles du « banc des ro- » seaux » de Commentry (**15**, pl. XIV). Puisque les terrains encaissants sont des schistes, il devrait y avoir, si ces troncs étaient charriés, à côté des tiges dressées, de nombreuses tiges inclinées et plus encore de tiges à plat.

*
* *

Telles sont les remarques que m'a suggérées la lecture de ces divers travaux. Elles me portent à croire que, pour aucun des cas signalés jusqu'ici, hormis peut être celui de Monceau-Fontaine, on ne possède un fait établissant à l'évidence qu'il s'agit de troncs charriés. Dans ces conditions, l'opinion que j'ai été conduit à admettre pour expliquer l'origine de l'arbre du toit de *Broze*, n'est pas en contradiction avec les faits observés jusqu'ici.

Le lecteur remarquera cependant que, bien que basées sur les descriptions originales, ces remarques n'ont évidemment pas la même valeur démonstrative, que si elles résultaient d'observations directes. Il appartiendra donc aux travaux ultérieurs d'élucider plus complètement cette question.

Chapitre III

Le mode de formation du terrain houiller belge

Ce n'est pas après ces prémisses, quelque détaillées qu'elles puissent être, que j'oserais tenter de donner une théorie complète de la formation du terrain houiller belge. Mais cependant, les indications fournies par les constatations exposées dans les deux premiers chapitres, sans être neuves, sont trop nettes pour ne pas les signaler ici.

*
* *

Il résulte de ce qui a été dit au chapitre I et, notamment, de la figure 5, que la formation du terrain houiller résulte de la répétition du cycle: mur, couche de houille, toit...mur...

Il importe toutefois de dire couche de *houille* et non couche de *charbon*. Ce n'est, en effet, que sous les charbons présentant des alternances de lames brillantes, d'épaisseurs variables, débris incontestables de planches, d'écorces, de feuilles, etc., que l'on rencontre des roches à *Stigmaria* entiers. Les quelques observations que j'ai pu faire jusqu'ici, me portent à croire que les charbons compacts, à faible teneur en matières volatiles, dénommés *anthracites* à Charleroi, possèdent également un mur. Mais il n'en serait pas toujours de même des *cannel-coal* proprement dits, «gayets» de l'horizon des Flénus, à ce qu'a bien voulu m'en dire M. l'ingénieur R. Cambier. Ce point mérite donc d'être étudié plus amplement. Remarquons cependant que les variétés *d'anthracite* et de *cannel-coal* ne constituent que l'exception dans le terrain houiller et que, partant, nous aurons examiné de façon générale le mode de formation de ce dépôt, quand nous aurons étudié le cas des couches de houille.

A vrai dire, nous n'avons analysé, au chapitre I, que deux termes du cycle : le *toit* et le *mur*. Il faudrait encore porter nos investigations sur les couches de houille, pour arriver à une solution complète. Ne voulant donner ici qu'une esquisse, je me contenterai de dire quelques mots des couches de houille au cours même de cet exposé.

* * *

Examinons donc un cycle complet, et commençons cet examen par celui du terme toit. Le toit est un dépôt formé en eau courante, généralement, par accumulation d'argile et de sable ; les poudingues sont, en effet, très rares dans le terrain houiller. Le toit n'est pas nécessairement fossilifère. Les débris végétaux qu'il renferme, sont désintégrés. Cette désintégration est vraisemblablement, tout au moins en partie, le résultat d'une pourriture avancée. Toutefois, l'attitude et le mode de répartition des végétaux dans les toits conduisent à admettre qu'ils ont été charriés. Ils auraient, néanmoins, continué à se tourbifier après leur dépôt, à en juger par l'examen de certains débris, tel celui du *Sigillaria* représenté dans la figure 2, pl. XI.

La formation du mur a précédé, dans la plupart des cas, la formation de la couche, ainsi qu'en témoigne la coupe (fig. 9)

du mur d'*Ardinoise*. Le mur est caractérisé par la surimposition, par l'implantation dans les roches de toit, dans les sédiments, de végétaux dont les organes souterrains sont principalement des *Stigmaria*.

Cette surimposition a, dans beaucoup de cas, coïncidé avec la fin de la sédimentation stérile. Mais elle l'a parfois précédée, ainsi que le montre le cas d'*Ardinoise*, où nous trouvons une souche ensevelie à près de 2 mètres sous la veine (1).

Cette surimposition ne semble pas avoir produit de modifications appréciables dans la composition des roches ; c'est du moins la conclusion à laquelle m'a conduit l'examen de murs remplis d'empreintes de toit, tel que ceux du veiniat d'*Ardinoise*, de *Mère-des-Veines*, etc.

La nature terreuse des murs typiques doit être considérée comme étant plutôt en relation avec la sédimentation stérile : les boues fines qui se trouvaient en suspension dans la nappe d'eau, se sont déposées lorsque l'action des courants a cessé de se faire sentir.

Les sols de végétation qui, fossilifiés, forment des murs, ont porté des arbres importants, ainsi que le montre le cas d'*Ardinoise*. Ce cas n'est d'ailleurs pas isolé ; j'aurais pu en citer de semblables, mais moins nets dans le mur du dressant de *Six-Paumes*, au puits n° 1 des Charbonnages Réunis. D'ailleurs, une fois l'œil fait à ces observations, on rencontre très souvent des troncs debout dans les murs en parcourant les travaux de nos charbonnages (2).

Semblables observations ne sont, toutefois, possibles que dans le cas de murs assez développés. Il faut que la souche soit à un certain niveau sous la couche de houille, pour que le tronc soit conservé en roche. On remarque, en effet, que les troncs sont arasés au niveau de la veine. Ce peut être là un résultat du glissement des bancs qui a accompagné le plissement des terrains.

(1) Ce fait est du plus haut intérêt, car il démontre que la formation d'une couche de houille, si elle a toujours nécessité l'implantation de forêts, a réclamé, en outre, des circonstances spéciales, principalement la présence de nappes d'eau relativement tranquilles.

(2) J'ai, tout récemment, vu un exemple presque aussi remarquable que celui d'*Ardinoise*, dans le mur de *Six-Paumes*, plat au puits des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Je suis, toutefois, porté à croire que ce fait est la conséquence des conditions de formation de la couche de houille.

Quoi qu'il en soit, la végétation a continué à prospérer avec le dépôt des végétaux qui ont formé la partie inférieure des lits de houille, car on retrouve des *Stigmaria* entiers dans les nodules à structure conservée qui représentent des parties de veine minéralisées, ainsi qu'en témoignent les superbes échantillons de Stur que j'ai vus l'an dernier au musée du Service géologique d'Autriche, à Vienne. Il m'a, en effet, paru qu'il y avait continuité des débris végétaux entre la partie carbonatée et la partie charbonneuse.

Cette végétation a continué à prospérer jusqu'au haut de la couche. Ses derniers représentants enracinés dans les débris en voie de tourbification, ont été saisis par les sédiments terreux qui sont venus former le toit suivant, et y sont restés debout; c'est le cas pour l'arbre du toit de *Broze* et, probablement, pour bien d'autres encore.

La couche de houille résulterait donc de la putréfaction sur place et sous l'eau de plantes variées et, probablement encore, d'animaux, mais pour une moindre part. L'étalement à plat des lames brillantes, débris de feuilles, d'écorces, etc., qui donnent à la houille son aspect rubanné, ne peut, ce me semble, être considéré comme une objection à cette façon de voir.

Les arbres et les plantes diverses des marécages houillers, tombés par suite de décrépitude et pour toute autre cause, devaient naturellement avoir une tendance à se poser à plat. D'ailleurs, l'horizontalité des lits brillants est loin d'être parfaite et ce n'est qu'en gros, qu'on constate cette stratification.

Il ne faut pas s'étonner d'avantage de ne pas percevoir, sur la tranche des couches, le passage des *Stigmaria*. Leurs axes sont faiblement plongeants et quant à leurs appendices, ils doivent tendre, comme dans les murs à empreintes de toit, à s'insinuer entre ces dernières.

Il est d'ailleurs hors de doute que, si les couches de houille ont été constituées par surimposition continue de forêts sur des dépôts en voie de tourbification, une partie de leurs constituants a subi un flottage. La meilleure preuve qu'on en puisse fournir est la présence de cailloux roulés au sein même des couches de houille. Ces

galets contrastent tellement, par leurs dimensions, avec la grosseur des sédiments du terrain houiller, qu'il faut bien admettre que leur apport à la place où nous les découvrons, est dû à des circonstances exceptionnelles. Comme il se fait qu'on les trouve enrobés au milieu de restes de végétaux, l'hypothèse la plus simple, est de supposer qu'emprisonnés par ceux-ci, ils ont vu leur poids spécifique réduit à un point tel, qu'ils ont pu être emportés par les eaux courantes. M. Potonié a, d'ailleurs, montré que cette hypothèse se concilie parfaitement avec la théorie des marais tourbeux (**5**).

Telles sont, à grands traits, les conclusions sur l'allure du cycle houiller, qui se dégagent des observations paléontologiques exposées ci-dessus [1].



Les régions belges où se sont déposés les sédiments houillers, devaient, à cette époque, présenter un relief presque nul. Nous retrouvons, en effet, de façon continue au-dessous de toutes les couches de houille, des sols de végétation à *Stigmaria*. C'est là un fait bien connu que M. G. Schmitz s'est attaché à mettre en évidence, en exposant à Bruxelles, en 1897 (**28**), une série d'échantillons de murs provenant de divers points choisis sur l'étendue du bassin belge. Or, d'après les botanistes qui s'occupent spécialement des végétaux houillers, et notamment d'après M. C.-Eg. Bertrand, les *Stigmaria* n'ont pu végéter sous une profondeur d'eau de plus de 5 mètres. Ces conditions géographiques se sont vraisemblablement maintenues durant les périodes de sédimentation stérile, au moins durant le Houiller moyen, car nombreux sont les exemples de roches à stratification entrecroisée, tant dans les grès que dans les schistes psammitiques.

Dans ces conditions, l'application de la théorie des deltas devient illusoire, au sens où M. Lemière a tenté de la faire tout récemment (**29**). Les modifications topographiques n'ont, d'ailleurs, pas été simultanées dans l'ensemble, car l'épaisseur des intercalations stériles et leur composition varient fortement.

Il est intéressant de remarquer à ce sujet que, de la comparaison

[1] Il y aurait lieu, à cet égard, de compléter le diagramme, fig. 5, en indiquant qu'on rencontre, dans les couches de houille, et des empreintes de mur, et des empreintes de toit.

du Westphalien inférieur et du Westphalien moyen, il résulte que l'abondance en empreintes de toit est, toutes choses égales d'ailleurs, en relation directe avec l'abondance des murs ou encore la faible épaisseur des stampes.

Ce fait constitue une preuve de plus des phénomènes de charriage. La présence, dans les toits et dans les couches, de *Stigmaria* désintégrés, tels ceux rencontrés par M. C.-Eg. Bertrand en pleine veine à Hardinghen, témoigne enfin de la réalité des phénomènes de ravinement, dont M. X. Stainier a pu observer des exemples remarquables au Charbonnage de Monceau-Fontaine (**21**).

BIBLIOGRAPHIE

1. G. Schmitz. Le mur des couches de houille et sa flore. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXII, pp. 13-17. Liége, 1895.
2. G. Schmitz. La signification géogénique des *Stigmaria* au mur des couches de houille. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, XXIe année, *Bull.*, pp. 86-92, 1896-97.
3. A. Bertiaux. Esquisse d'une étude paléontologique sur le charbonnage de Bonne-Espérance, à Herstal. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, pp. 161-177, 1899.
4. X Stainier. Un gisement de troncs d'arbres debout au charbonnage de Falisolle. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVI, *Mém.*, pp. 69-76, pl. III et IV, 1902.
5. H. Potonié. Die Entstehung der Steinkohle, etc. Berlin, Borntraeger, 1905. Formation de la houille et des roches analogues, y compris les pétroles. *Mémoires du Congrès de géologie appliquée.* Liége, 1905.
6. H. Potonié. Silur-und Culm-Flora des Harzes und des Magdeburgischen. *Abhand. zur geol. Karte von Preussen*, neue Folge, Ht. XXXVI.
7. C.-Eg. Bertrand. Le boghead d'Autun. *Bull. Soc. ind. minérale de Saint-Etienne*, 3e série, t. VI, 1892.
8. R. Zeiller. Le bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Texte, p. 617. Paris, 1888.
9. H. Potonié. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste, Lief. II. Berlin, 1904.
10. X. Stainier. Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XV. Bruxelles, 1901.
11. X. Stainier. Stratigraphie du bassin houiller de Liége. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIX, *Mém.*, pp. 1-120, 1905.
12. M. Lohest. Tronc d'arbre debout au charbonnage de Gosson-Lagasse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. B 126. Liége, 1904.
13. Dufrénoy et E. de Beaumont. Explication de la carte géologique de la France, t. I. Paris, 1841.
14. Boulay. Recherches de paléontologie végétale dans le terrain houiller du nord de la France. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, 4e année, 2e partie, 1880.
15. H. Fayol. Le bassin houiller de Commentry. Stratigraphie et lithologie. *Bull. Soc. ind. minérale de Saint-Etienne*, 2e série, t. XV.
16. H. Potonié. Lehrbuch der Pflanzenpalæontologie. Berlin, 1899.
17. A. Briart. Principes élémentaires de paléontologie. Mons, 1883.
18. G. Schmitz. Découverte de troncs debout dans un charbonnage. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIII, pp. XLVII-XLVIII. Liége, 1895-1896.
19. G. Schmitz. Un banc à troncs debout aux charbonnages du Grand-Bac (Sclessin-Liége). *Bull. Acad. r. des sc. de Belg.*, 3e série, t. XXXI, pp. 260-266, 1 planche. Bruxelles, 1896.
20. G. Schmitz. Une souche d'arbre au mur d'une couche. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, XIXe année, pp. 21-24, 1 fig., 1895.

21. X. Stainier. Découverte de troncs d'arbres debout au charbonnage d'Oignies-Aiseau. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Mém.*, pp. 539-544, pl. VI, 1903.

22. A. Bertiaux in L. Delacuvellerie. Charbonnage d'Oignies-Aiseau à Aiseau. Rencontre de troncs d'arbres houillers. *Ann. des mines de Belg.*, t. IX, 1904.

23. J. Smeysters. Note sur les troncs d'arbres fossiles découverts dans les travaux souterrains du charbonnage de Monceau-Bayemont. *Ann. des mines de Belg.*, t. X, 1905.

24. C.-Eg. Bertrand. Ce que les coupes minces des charbons de terre nous ont appris sur leur mode de formation. *Mém. du Congrès de géol. appliq.* Liége, 1905.

25. A. de Lapparent. Traité de géologie, 4e édition. Paris, 1900.

26. Ch. Barrois et A. Malaquin. Sur les spirorbes du terrain houiller de Bruay (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIII, pp. 50-75, 1904.

27. A. Briart. La formation houillère. *Bull. Acad. r. de Belg.*, 3e série, t. XVIII, pp. 815-849.

28. G. Schmitz. Le musée géologique des bassins houillers belges. Namur, A. Godenne, 1897, broch. de 72 pp.

29. M. Lemière. Formation et recherche des combustibles fossiles. *Mém. Congrès intern. de géol. appliq.* Liége, 1905.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Fig. 1. *Stigmaria ficoides*, Sternb. Echelle 2/3. Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur, à Quaregnon. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. La légende est dans le texte, p. M 268.

Fig. 2. *Syringodendron sp.*, couché à plat, vu par sa face supérieure. Echelle 1/2. Toit de *Duchesse* à 685m. Puits n° 12 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. La légende est dans le texte, p. M 268.

Fig. 6. Echantillon provenant du mur du veiniat d'*Ardinoise* (*loco citato*) et montrant de nombreuses perforations d'appendices de *Stigmaria* à travers la paroi de l'étui médullaire d'un *Calamites undulatus*. Echelle 2/3. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. La légende est dans le texte, p. M 279.

Fig. 7. Détail d'une perforation sur un échantillon de même provenance que celui représenté dans la figure 6. Echelle 1/1. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. La légende est dans le texte, p. M 279.

Fig. 8. Même échantillon grossi. Echelle 4/3. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. La légende est dans le texte, p. M 279.

Fig. 11. Photographie d'un tronc debout dans le toit de *Broze*. Puits Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi. Echelle 1/6. Collections de paléontologie de l'Université de Liége. Voir p. M 286.

Observations géologiques faites au Marungu (1904),

PAR

H. BUTTGENBACH ([1]).

(Planches XII et XIII)

Lorsque je revins du Katanga, en 1904, je me rendis au lac Moéro et de là, avec M. le commandant L. Tonneau, je gagnai le lac Tanganyka où nous fîmes une excursion rapide de quelques jours vers le Nord, à l'aide du SS. « A. Delcommune », mis à notre disposition. Pendant ce voyage, je réunis assez bien d'observations géologiques, que la rapidité de notre marche et la mauvaise saison pendant laquelle elle se faisait, m'empêchèrent cependant de rendre aussi complètes que je le désirais. Ayant, de plus, perdu dans un sinistre maritime un grand nombre des échantillons récoltés, on comprendra que j'aie retardé jusqu'ici la publication de mes notes. Si je me décide à les présenter, après deux ans presque de retour en Europe, c'est dans l'espoir que ces notes de voyage — car je regretterais que l'on recherchât autre chose dans ce mémoire dont le titre seul montre que je n'ai pas voulu faire une description géologique du *Marungu* – serviront ultérieurement à ceux qui, parcourant la région suivant d'autres itinéraires, compléteront les données déjà acquises et pourront relier leurs études à mes observations.

On désigne sous le nom de *Marungu*, le pays compris entre le lac Tanganyka, la frontière sud de l'Etat indépendant depuis ce lac jusqu'au lac Moéro et une ligne reliant le poste de Pwéto à la mission de Baudouinville : cet espace triangulaire, représenté au millionième sur la planche XII annexée à ce mémoire, a une superficie

([1]) Mémoire présenté à la séance du 16 avril 1905 et dont l'insertion a été ordonnée à la réunion du 17 décembre 1905.

de 30 000 kilomètres carrés et n'a guère encore été parcouru que suivant quelques itinéraires. C'est une région principalement granitique, présentant çà et là, des lambeaux isolés des couches horizontales du système du Kundelungu (grès rouges).

Ce mémoire comprendra simplement la description des itinéraires que j'ai suivis (I, II et III), à laquelle j'ajouterai quelques observations faites par d'autres voyageurs et dont j'ai trouvé des notes dans les archives mises à ma disposition par l'Etat du Congo.

I

Itinéraire de Kisabi à Vua

Le village de *Kisabi* se trouve sur la rivière *Lufonzo* et le chemin que j'ai suivi entre ce village et la baie de *Vua* (Tanganyka) se confond parfois avec l'itinéraire de M. le capitaine Lemaire, suivi en sens inverse de *Moliro* à *Kisabi*, ainsi qu'on peut le voir sur la carte (pl. XII). Mes observations sont réunies sur le profil de la planche XIII.

24 janvier 1904. — La route remonte le cours de la *Lufonzo*, en suivant la rive gauche de cette rivière. A droite du sentier, se trouvent quelques collines où se reconnaissent les couches horizontales du *système du Kundelungu*, dont je parlerai plus loin (III). Cependant, le fond de la vallée semble avoir atteint la série de roches que je désigne sous le nom de « *couches de la Lufonzo* » et dont il sera aussi parlé dans un autre paragraphe. A la fin de l'étape, nous traversons la rivière *Lusipu*, où nous campons, non loin d'une falaise qui, au milieu des brumes de la saison, semble former, vers le Sud-Est, une barrière infranchissable.

25 janvier. — Une heure de marche nous amène au pied même de ces monts que l'on gravit presque à pic, en s'élevant de 975 m. à 1 475 m., pour redescendre ensuite assez rapidement à 1 415 m., où l'on traverse la *Lushinda*, affluent du lac Moéro.

La roche qui forme cet escarpement est une roche rouge, porphyrique, qui, au microscope, laisse voir une pâte microgranulitique de quartz avec grands cristaux corrodés de feldspaths plagioclases et renfermant aussi quelques cristaux de hornblende,

le tout parsemé de produits d'altération. C'est un *mikrogranite* de M. Rosenbusch [1]. Je l'ai désigné, sur le profil de l'itinéraire, par le signe (π 1), réservant la lettre γ aux granites non porphyriques, qui alternent jusqu'au Tanganyka avec des porphyres analogues à celui qui forme la falaise des Monts Kasere. Du sommet de cette falaise, la vue s'étend sur tout le pays du Nord-Ouest, où, sur l'autre rive de la *Lufonzo*, se montrent également de hauts plateaux qui, d'après quelques renseignements, d'ailleurs très vagues (IV), seraient formé de granites et de micaschistes.

Dès que l'on a traversé la *Lushinda*, on s'élève sur le plateau dont la falaise escaladée précédemment forme la limite occidentale. L'altitude maximum atteinte est de 1 685 m. La marche s'effectue au milieu de formidables blocs de granite (γ 1), blocs arrondis, écailleux, qui donnent au paysage l'aspect typique des terrains granitiques. Ce granite (γ 1) est un *granite syénitique* à gros éléments de quartz et d'orthose rougeâtre, renfermant, visibles au microscope, quelques lamelles de mica ainsi que de la hornblende assez abondante. Le sommet de ce *plateau des Kasere* est peu boisé, plutôt herbeux et recouvert de l'arène caractéristique.

26 janvier. — De l'altitude de 1 625 m., où le campement avait été établi, on redescend, en pente assez douce, jusqu'au village *Kintola*, à 1 385 m. La plaine recouverte d'herbes a fait place à un pays plus boisé; l'arène a disparu et les affleurements visibles pendant toute l'étape montrent que le mikrogranite (π 1) a reparu; son étude microscopique donne le même résultat que celle du mikrogranite de la falaise précédente.

27 janvier. — Le sentier remonte sur le granite (γ 1) auquel succède de nouveau le porphyre rouge (π 1), qui se voit jusqu'au ruisseau *Kambala*, avec cependant une interruption, pendant 4 ou 5 kilomètres, due à une roche analogue, porphyrique, mais où la teinte verte prédomine, roche dans laquelle les cristaux de feldspaths forment des taches blanches, très nettes. Ce porphyre vert est aussi un mikrogranite (π 2).

(1) Porphyre quartzifère dont la pâte est un assemblage holocristallin d'orthose et de quartz (Lexique pétrographique de M. Loewison-Lessing, publié par le *Congrès géologique international*, 8e session. Paris, 1900).

Au ruisseau *Kambala* (1 085 m.), on se trouve à la limite occidentale de la *plaine de la Shoma*. La *Shoma* que nous devrons traverser le lendemain, est une rivière assez importante qui s'écoule vers le Sud, en drainant une région de plus de 1 500 kilomètres carrés ; elle aboutit, en territoire anglais, dans le marais dit du Moéro, où elle se perd après s'être même divisée en plusieurs ruisseaux. A l'endroit où nous le traversons, le ruisseau Kambala coule sur une roche excessivement dure, parsemée de fissures verticales, faisant entre elles des angles de 60°, roche grisâtre, compacte, où la loupe distingue parfois des grains violets de quartz ; le microscope y décèle une pâte microgranulitique de feldspaths divers, où l'orthose prédomine, avec très peu de mica noir et qui englobe des grains plus gros de quartz. Cette microgranulite, désignée par (*e*) sur les planches XII et XIII, se rapproche peut-être des *aplites* et des *elvans* et pourrait bien, où nous l'avons vue, ne former qu'une apophyse d'un massif granulitique.

Dès que le ruisseau *Kambala* a été traversé, on ne voit plus de roche en place, jusqu'au village de *Kikongo* ; parfois, quelques cailloux de la même roche (*e*).

Dans le village même (1 070 m.), j'ai trouvé deux cailloux de roches que je n'ai pas vues *in situ*, qui peuvent avoir été apportés de loin, mais dont la présence doit être signalée. La première est un grès rouge brun, un peu argileux, kaolinisé, d'ailleurs très altéré, mais qui provient certes d'une des couches du *système des Kundelungu*. La seconde, non déterminable à la loupe, montre, au microscope, de grandes plages de quartz et de feldspath orthose, avec un peu de mica noir, *englobés dans une pâte nettement fluidale*, où j'ai pu seulement discerner les mêmes minéraux, allongés et se succédant en files suivant les bandes de la pâte.

28 janvier. — Au village de *Kikongo*, notre itinéraire se relie à celui de M. le commandant Lemaire, qu'il suivra jusque *Kitetema*. Le sentier se dirige d'abord vers la rivière *Shoma* dont les rives sont formées d'une argile noirâtre. A quelques kilomètres de la rivière, se dresse une nouvelle falaise que nous allons gravir suivant la ligne de plus forte pente et qui nous amènera, à 1 240 mètres, sur le plateau *Kulumbulwa*. De la plaine, on voit, vers le Nord et vers le Sud, la falaise précédée de quelques hautes

collines elliptiques, qui la bordent de très près. Suivant le sentier qui escaladait cet escarpement, j'ai trouvé une roche brune, dure, dont l'étude microscopique m'a montré des phénocristaux de quartz et de feldspaths, au milieu d'une pâte dans laquelle trois types différents sont très visibles : 1° une pâte microgranulitique de quartz ; 2° une pâte microgranulitique à éléments un peu plus grands de quartz et de feldspaths ; 3° des cristaux allongés de feldspaths, formant quelques traînées entre les deux types précédents. Cette roche, désignée par (π 3), est encore un *porphyre quartzifère.*

Dès que l'on est arrivé sur la crête de la falaise, on redescend d'abord en pente douce vers le lit d'un petit ruisseau, jusqu'auquel se rencontrent les mêmes roches (π 3) et où elles disparaissent.

Le plateau des *Kulumbulwa*, que nous traversons ensuite en nous dirigeant vers l'Est et en nous maintenant à une altitude moyenne de 1 240 mètres, ne nous montre qu'une argile rouge et sans aucune roche en place. J'y trouve quelques échantillons de grès, les uns blancs, assez durs, non-micacés, les autres rouges, tendres, finement stratifiés, parsemés de quelques paillettes de mica. Mais un peu avant la descente, d'ailleurs en pente faible, qui aboutira au village de *Kitetema* (1 070 m.), le sol change d'aspect et on retrouve, pendant 3 ou 4 kilomètres, un *mikrogranite porphyrique* vert, absolument analogue à celui (π 2) que nous avions rencontré la veille entre *Kintola* et le *Kambala*. Puis les argiles réapparaissent avec les cailloux de grès (*g*) disséminés çà et là, quelques-uns à aspect de jaspe.

29 janvier. — Du village de *Kitetema*, la route remonte, par des ondulations successives, jusqu'à l'altitude de 1 225 mètres, en ne laissant voir que ces dalles de limonite scoriacée, qui sont si communes en Afrique. J'ai trouvé aussi, le long du sentier, mais non en place, de nouveaux échantillons de grès colorés en brun, souvent très altérés, ainsi qu'un jaspe violet. C'est après avoir traversé la rivière *Kongwe* dont j'ai donné le nom à ce plateau, que l'on monte vers l'altitude de 1 225 mètres, après quoi l'on redescend assez brusquement et l'on trouve alors, avant d'arriver au village de *Kasamvu* (1 175 m.), une roche porphyrique (π 4) où, au milieu d'une pâte violette très foncée, on voit des cristaux de quartz vitreux et de feldspaths. Au microscope, ce *porphyre quartzifère*

montre, dans la pâte, beaucoup de lamelles de mica noir ; les cristaux de feldspaths, qui sont de l'orthose, sont très altérés.

30 janvier. — En quittant le village de *Kasamvu*, le même *porphyre quartzifère* se remarque pendant quelques kilomètres; puis, l'on trouve de nouveau, sans rien voir en place, quelques cailloux des mêmes grès que précédemment ; cependant j'ai aussi trouvé un autre *porphyre quartzifère*, que je n'ai pas vu *in situ* et qui forme un beau type de cette roche : pâte microgranulitique de quartz et feldspaths, englobant des phénocristaux de quartz et d'orthose.

On marche ensuite, jusqu'au village de *Mikunga* (1 225 m.), sur un granite (γ 2) pauvre en mica.

31 janvier. — Durant cette dernière étape, le plateau se ravine de plus en plus ; on atteint l'altitude de 1 300 mètres, en restant sur le même granite (γ 2), auquel succède le même *porphyre mikrogranitique* (π 1), rouge, que nous avions trouvé sur l'escarpement occidental des monts *Kasere*. Ce porphyre est interrompu par des couches de *quartzite* (*q*) qui sont très plissées ; ce quartzite, vert, est très peu micacé et on le retrouve, aussi plissé, après le même porphyre (π 1). Viennent ensuite deux autres roches analogues, qui rappellent le *mikrogranite* (π 2) trouvé précédemment entre *Kintola* et le *Kambala* et le *mikrogranite* (π 3) qui forme le versant ouest des monts Kulumbulwa. La descente vers le lac Tanganyka (854 m.) se fait sur ces deux roches, dont la dernière (π 3) forme la rive occidentale de la baie de *Vua*.

II

Observations faites au lac Tanganyka

Pendant notre voyage sur le lac, nous avons touché différents points de la côte occidentale ; malheureusement, le mauvais temps m'a forcé à borner mes observations aux points mêmes où nous abordions. Je n'ai donc à apporter ici que de très faibles renseignements.

Vua.

La baie de *Vua*, qui forme un port de toute sécurité, est entourée, de toutes parts, de collines hautes de deux à trois cents mètres. J'y ai recueilli les échantillons suivants :

Quartzite trouvé à la pointe sud-est de la baie ; quartzite vert, peu micacé, analogue aux quartzites (*q*) trouvés dans l'étape précédente.

Schiste très quartzeux, compact, feuilleté, à cassures planes, blanc-jaunâtre, se rapprochant du *coticule* et trouvé sur le versant sud de la baie, en blocs disséminés sur le rivage.

Granite rose, à éléments assez gros, contenant peu de mica, trouvé également en blocs disséminés sur la rive nord de la baie.

Kapampa.

Au sud de la baie, j'ai trouvé des galets d'une roche porphyrique (π), très dure, verdâtre, analogue aux différents *mikrogranites* rencontrés sur la route de *Kisabi* à *Vua* : pâte microgranulitique de quartz et de feldspaths, englobant des phénocristaux d'orthose et de quartz.

La colline qui ferme la baie vers le Nord, est formée d'un beau *granite* rouge, pauvre en mica.

Rumbi (Port-St-Louis).

La rive est bordée de collines granitiques à mica noir et feldspaths rouges. Nous verrons plus loin que, suivant M. Questiaux, on y trouve aussi des *diorites*.

Tempwe.

Une formation moderne très intéressante se rencontre sur la rive de cette baie ; c'est un agglomérat de débris de roches granitiques, qui se cimente en formant des couches très faiblement inclinées vers l'Ouest ; la première de ces formations se trouvait en partie sous les eaux du lac ; en s'acheminant vers l'interieur, après avoir dépassé un monticule sablonneux, formant dune, on trouve une nouvelle série de ces couches agglomérées, épaisse de 1 mètre et, après de nouvelles dunes, une troisième série de même épaisseur, que d'autres dunes encore séparent d'une plaine recouverte d'eau dans la saison des pluies.

Parmi les échantillons divers que j'ai récoltés sur les rives de la baie, et qui sont formés de granites et de porphyre analogues à

ceux décrits précédemment, se trouve un beau spécimen de *gneiss* (Γ) rose, à mica noir ; ce gneiss forme les collines qui bordent la baie de toutes parts.

Il semble résulter de ce qui précède, que l'assise inférieure du Marungu est composée de massifs granitiques divers, parmi lesquels on peut distinguer les *granites* proprement dits des granites porphyriques ou *mikrogranites*, dont l'étendue me paraît moins grande que celle des granites proprement dits et qui forment peut-être des intrusions au milieu de ces derniers. Je n'ai malheureusement pas trouvé, dans les notes que j'ai eues à ma disposition, de renseignements géologiques sur la route suivie par la mission de M. le commandant Lemaire de *Kitetema* à *Kubwebwe*, *Bulu* et *Moliro* (voir la carte) non plus que sur la route de *Kikongo* à *Kitope* et à la rivière *Lusipu* et cela est regrettable, car nous aurions pu ainsi avoir une idée sur l'allure de ces massifs. Comme je l'ai dit, d'ailleurs, au commencement de ce mémoire, je ne suis pas en situation de faire une description géologique de la contrée et je dois me borner à relater les diverses observations que j'ai faites ou dont j'ai eu communication.

III

Le lac Moéro et la Lufonzo.

Si, à *Shienje*, sur la rive orientale du lac Moéro, on trouve un granite analogue à celui que nous avons rencontré aux monts *Kasere* (γ_1), la rive occidentale est bordée par les couches du Kundelungu, principalement par des schistes et des grès rouge brun, qui forment, au bord même du lac, une falaise de 100 à 200 mètres de hauteur, que les divers cours d'eau descendent en se jetant decouches en couches, de dalles en dalles, en séries de cascades dont le pittoresque a été signalé par tous les voyageurs.

La succession des assises formant le *système du Kundelungu* et relevée sur la falaise sud de ces monts, à la latitude de *Bunkeia*, par M. Cornet, est la suivante, de haut en bas :

6. Schistes argileux noirâtres.
5. Schistes calcareux grisâtres.

4. Calcaire compact, gris ou brun marron, alterné de bancs schisteux.

3. Grès à très gros grains, unis par un ciment kaolineux, passant au poudingue.

2. Schistes alternant avec des bancs de grès à grains fins, souvent feldspathiques, micacés ou plus ou moins argileux, rouges, avec bancs de calcaire gris vers le haut.

1. Schistes argileux, rouges, finement micacés, généralement peu durs.

Sur la carte (pl. XII), j'ai représenté par la lettre (*K*) les diverses assises de ce système, en distinguant, cependant, les calcaires 4 par la lettre (*c*).

Les falaises de la rive occidentale du lac Moëro sont formées des assises 2 et 3, qui inclinent faiblement vers le Nord-Est.

Je mentionnerai ici une observation que j'ai eu très souvent l'occasion de faire sur les dalles de grès mises à découvert par les torrents affluant vers le lac. Beaucoup de ces dalles, notamment aux environs de *Lukonzolwa*, sont parsemées de cavités longues de trois, quatre et cinq décimètres, larges de quelques centimètres et profondes de quatre ou cinq centimètres au plus ; ma première idée fut que ces cavités avaient été produites par un mouvement de va-et-vient de cailloux, qui avait usé les dalles, et qu'elles étaient, par conséquent, comparables, en tant que mode de formation, aux marmites de géant. Mais certaines de ces dalles sont parsemées de cavités dirigées en tous sens, comme le montre la figure 1. Il est à remarquer qu'elles ne s'entrecroisent jamais. J'ai dû abandonner mon hypothèse. M. Cornet, à qui je signalai cette observation, m'a dit qu'elle lui avait déjà été faite et qu'on les avait attribuées au polissage de leurs couteaux par les indigènes. J'ai difficile de me rallier à cette explication.

La route que j'ai suivie de *Pweto* à *Kisabi* (voir pl. XII), se poursuit toute entière sur les mêmes couches du Kundelungu et principalement sur les assises 3 de grès à gros grains et feldspathiques, recouverts parfois de conglomérats. Il en est de même de la route suivie, plus à l'Ouest, via *Kasama*, par la mission de M. le commandant Lemaire ; mais, suivant cet itinéraire, les calcaires 4, surmontant ces grès et ces poudingues, n'ont pas toujours été enlevés et subsistent, restant visibles sur les falaises qui regar-

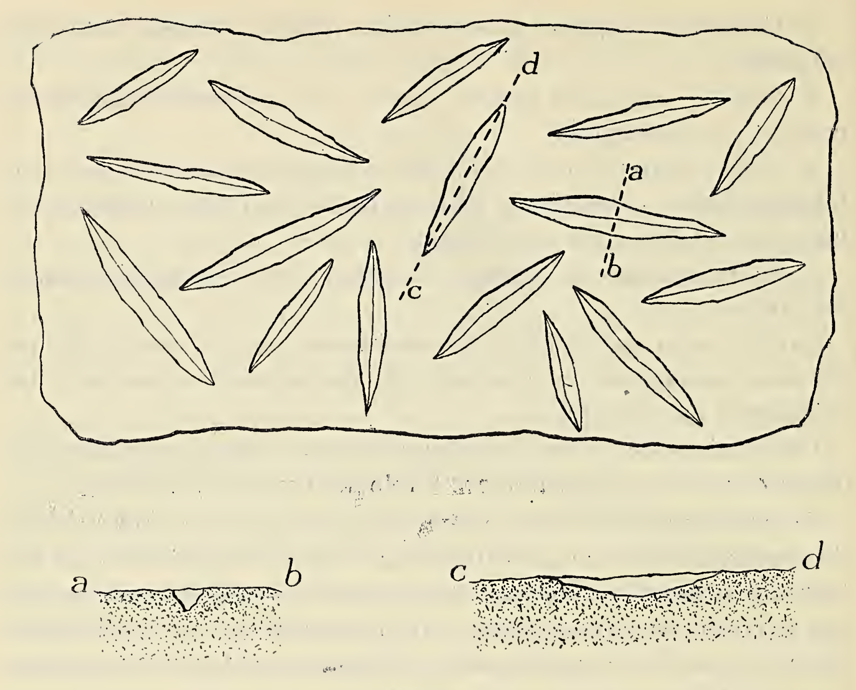


Fig. 1.

dent la *Luvua* et la *Lufonzo,* comme l'indiquent les bandes (*c*) de la carte (pl. XII). D'après certaines notes de M. E. Kemper-Voss, que j'ai trouvées dans les archives de l'Etat du Congo, les mêmes couches se poursuivent au nord de la Lufonzo, où certaines collines non-dénudées montrent aussi les calcaires (*c*) qui seraient surmontés de schistes et de grès. C'est d'après le même géologue que j'ai indiqué, dans la vallée de la même rivière, à l'ouest du village de *Kisabi,* un calcaire métamorphique (c), dont des échantillons n°s 1 053 et 1 055 du musée de Tervueren) sont imprégnés de trémolite. Ce calcaire formerait une bande est-ouest entourée des mêmes schistes décrits ci-dessous, mais redressés, contournés et entrecoupés de failles. Dans le reste de la vallée et, notamment là où je les ai vus, entre *Kisabi* et la *Lusipu,* ces schistes sont, au contraire, horizontaux et paraissent donc en concordance de stratification avec les schistes et les grès du Kundelungu qui les surmontent et forment les collines bordant la vallée. Ces schistes sont gris noir, complètement imprégnés de micas blancs en très petites paillettes ; au micro-

scope, on y décèle, en plus, de petits cristaux de microcline et d'orthose, d'ailleurs relativement peu nombreux. Je leur ai donné le nom de *schistes de la Lufonzo*, sans d'ailleurs avoir la prétention d'en former un système spécial ; car il faut noter que, dans la vallée de la Lufira [1], les roches du Kundelungu reposent sur des schistes argileux, gris, formant une partie du *système de Katete* de M. Cornet ; mais dans cette vallée, ces couches sont quelquefois verticales et ordinairement inclinées selon des angles supérieurs à 45° ; cependant, M. Cornet les signale aussi, vers le nord des monts Kunii, comme ayant une inclinaison de 10°. Il est donc possible que mes *schistes de la Lufonzo* appartiennent à ce *système de Katete*.

IV

Itinéraire de Kisabi à Baudouinville

La plupart des observations suivantes ont été faite par M. Questiaux, lors de l'expédition de M. le commandant Lemaire (1899).

Après avoir traversé la *Lufonzo*, la route se continue, pendant plus de 100 kilomètres, jusque près *Kalolo*, sur les grès et schistes du *Kundelungu* (*K*). Cependant, d'après M. Kemper-Voss, une colline située près de la rivière et non loin à l'est du sentier, montre des roches granitiques (γ) sur lesquelles s'appuient des micaschistes (μ), fortement redressés et plissés. Le même géologue a remis au musée de Tervueren des spécimens de *gneiss granitoïde* provenant aussi de la Lufonzo, mais sans que j'aie pu en déterminer l'endroit exact.

A *Kalolo*, on trouve un massif de granite rose à mica noir (γ), renfermant d'importants gisements de magnétite, notamment au *pic Foula*, où ils sont dirigés N. 25° W.

Après une intercalation de diabase (δ), on trouve des schistes gris, très micacés (*s*), que suit un porphyre quartzifère (π) de teinte claire.

Des calcaires apparaissent ensuite, calcaires cristallins, gris bleuâtre, métamorphiques (*c*), fortement redressés [2], recouverts

[1] J. CORNET. Observations sur tes terrains anciens du Katanga. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIV, 1896-97, pp. 46 et 182.

[2] Ces calcaires renferment, près de St-Lambert, de beaux petits cristaux rouges de grenats pyropes. De la pyrophyllite m'a aussi été remise au Tanganyka, mais je n'en connais pas la provenance exacte.

plus loin par des grès horizontaux (*K*) du système du *Kundelungu*.

De la mission des Pères blancs, à *Baudouinville*, jusqu'à *Port-Saint-Louis*, la route descend brusquement de 1 200 mètres au niveau du lac (854 m.) sur des roches granitiques (γ), où s'intercalent de nombreux filons de diabases (Questiaux).

Le *mont Rumbi* (1 800 m.) qui s'élève au sud-est de *Baudouinville*, est formé de grès horizontaux, rougeâtres, micacés, avec couches de conglomérats feldspathiques et reposant sur un granite rose à mica noir.

V

Itinéraire de Baudouinville à Lusaka et à Pala

De *Baudouinville* à *Lusaka*, la succession des roches rencontrées est la suivante :

Grès horizontaux du Kundelungu (*K*);

Calcaires cristallins (c) :

Granites (γ).

Les granites forment le substratum de la région, tandis que les

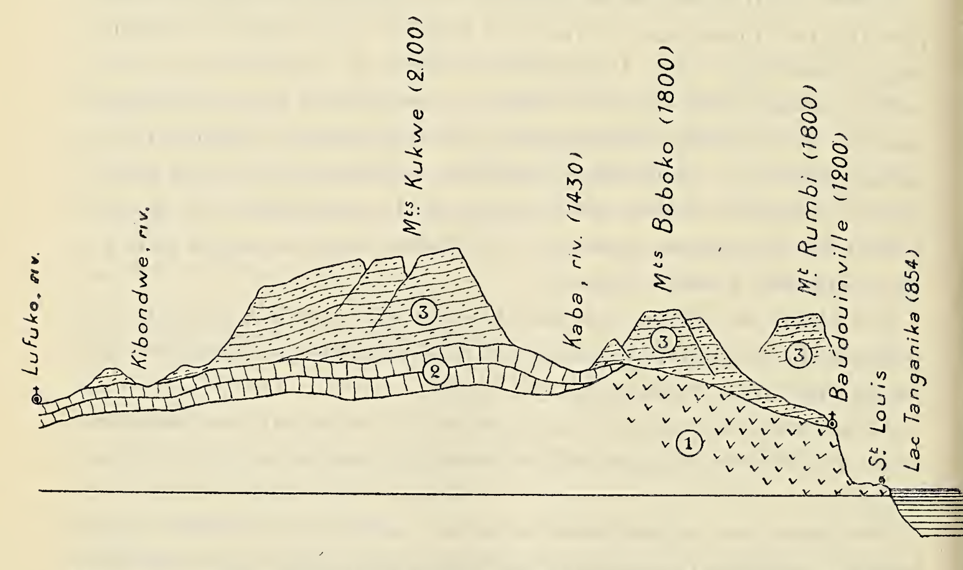


Fig. 2. — Coupe schématique entre le lac Tanganyka et la rivière Lufuko, d'après le R. P. Schmidt.

1. Granites et terrains primitifs avec roches éruptives.
2. Calcaires cristallins, métamorphiques.
3. Roches du système du Kundelungu.

grès horizontaux sont des lambeaux plus ou moins isolés de ces couches qui recouvraient autrefois la région et dont les monts *Rumbi* (1 800 m.) et *Kukwe* (2 100 m.) forment les principaux témoins.

La figure 2 représente une coupe schématique ouest-est de la région, d'après le R. P. Schmidt, supérieur de la mission de *Baudouinville*, qui a bien voulu nous la communiquer. Je la reproduis, en faisant toutefois mes réserves en ce qui concerne l'allure des calcaires.

De *Lusaka* à *Pala-Rubanda*, la composition géologique de la région reste la même, comme on peut le voir sur la carte (pl. XII); la route traverse de nouveau la bande de calcaire (*c*) [1], ainsi que, par place, les grès du Kundelungu et, à *Pala*, les roches granitiques (γ) forment la rive du lac.

VI

Conclusions

La classification, d'après l'ordre d'ancienneté, des diverses roches rencontrées au Marungu et décrites précédemment est, à mon avis, la suivante :

1° Les gneiss de *Tembwe* et de la *Lufonzo* (?) ; les massifs divers de granites, avec leurs intercalations de porphyres quartzifères (mikrogranites de M. Rosenbusch) et, vers le nord, de diabases; les micaschistes de la *Lufonzo*.

2° Les quartzites verdâtres de *Vua*.

3° Les calcaires cristallins de *Kimusia-Musima*

4° Les schistes de la *Lufonzo* (Système de *Katete* ?)

5° les schistes et grès du *Kundelungu*, surmontés des calcaires, des grès et des poudingues du même système.

Bruxelles, *1905*.

(1) Je donnerai, à ces calcaires, le nom du village de *Kimusia-Musima*, où ils sont très bien représentés,

LE BRUXELLIEN

des environs de Bruxelles

PAR

MICHEL MOURLON [1]

On a souvent reproché aux géologues belges de trop multiplier les termes stratigraphiques de nos dépôts tertiaires, et d'en rendre, par conséquent, l'étude moins accessible au plus grand nombre.

Il est certain que, lorsqu'on cherche à vulgariser une science, il faut éviter, autant que possible, de recourir à une terminologie encombrante, en n'envisageant que les grandes lignes de cette science sans se perdre dans les détails.

Mais il ne faudrait pas, sous prétexte de contrarier ceux qui se trouvent dans l'impossibilité de suivre les progrès de la science, être amené à arrêter le développement de celle-ci.

Si la nomenclature de nos dépôts tertiaires est étendue, c'est que ces dépôts ont fait l'objet d'études fort détaillées, permettant d'augmenter, dans une très notable proportion, les points de repère stratigraphiques constants et caractéristiques dans le dédale de ces dépôts affleurant sur notre territoire.

Il y a, en effet, deux manières d'envisager les travaux scientifiques tels que ceux qui se trouvent synthétisés dans les légendes stratigraphiques de nos cartes géologiques. On peut se borner à mentionner les termes qui sont universellement connus et sur la signification desquels on est absolument d'accord. Tels sont, notamment, pour le groupe tertiaire, les termes : *Paléocène*, *Eocène*, *Oligocène*, *Miocène* et *Pliocène*.

Mais s'il s'agit d'étudier, dans une région déterminée, chacun de ces systèmes de couches, on sera fatalement amené à y distinguer des subdivisions qui, d'après les décisions du Congrès géologique

[1] Communication faite à la séance du 21 mai 1905.

international, sont désignées sous les noms d'*étages* et d'*assises*, suivant leur importance relative.

C'est ainsi que les sables avec bancs et concrétions calcaréo-gréseuses et parfois ferrugineuses sur lesquels s'élèvent la plus grande partie de la ville de Bruxelles et de ses faubourgs et qui rentrent dans la partie moyenne du système éocène, constituent notre *étage bruxellien*.

Nous pensons qu'il ressortira de cette étude que, non seulement un progrès sensible a été réalisé par notre illustre André Dumont, en créant ce terme stratigraphique, mais que c'est pour n'avoir pu encore suffisamment le subdiviser à son tour, que l'on s'est fait une fausse opinion de sa constitution détaillée et de la succession normale des couches qui le composent.

Et, en effet, les dépôts de l'étage bruxellien avaient été définis jusqu'ici comme étant « formés de sables blancs, siliceux, vers le » bas et de sables calcareux, à la partie supérieure. » Or, cette définition était absolument fautive et de nature a induire autant en erreur le savant que l'industriel. La vérité est que les sables blancs, siliceux, connus sous le nom de « sables rudes », si prisés pour les usages domestiques, pour la maçonnerie, voire même pour la glacerie, se trouvent non pas à un seul niveau à la base du Bruxellien, comme on l'a cru pendant longtemps, mais à deux niveaux bien distincts ; l'un, à la base de cet étage tertiaire, comme c'est le cas pour la grande sablière près la station d'Uccle-Calevoet, et l'autre, à la partie supérieure du même étage, comme cela se constate surtout dans les régions d'Ixelles et de Watermael-Boitsfort, où il atteint près de douze mètres et est souvent imprégné de fer, ce qui le métamorphose en grès ferrugineux, passant même parfois à la limonite.

Entre les deux niveaux de sables blancs, siliceux, se développe la puissante zone de sables calcareux à moellons, qui compose presque exclusivement le sol tertiaire de Bruxelles.

Et, au-dessus du niveau supérieur de sables blancs, siliceux, apparaît encore parfois, comme c'est le cas à Forest, un niveau de sables et grès calcareux.

Il nous suffira, pour mettre hors de doute cette nouvelle interprétation de l'échelle stratigraphique du Bruxellien, de passer en revue les principaux affleurements de cet étage qui s'observent sur

la rive droite de la Senne, entre les sables fins de l'Yprésien (Eocène inférieur) et le banc séparatif à *Nummulites lævigata* roulées de la base du Laekénien (Eocène moyen).

Nous commencerons par la région faillée de Forest-Uccle, pour terminer par celles d'Ixelles et de Watermael-Boitsfort.

RÉGION FAILLÉE DE FOREST-UCCLE.

L'existence de failles dans la région de Forest-Uccle a été signalée pour la première fois, en 1863, par M. G. Dewalque et nous en avons nous-même, depuis bien longtemps déjà, mentionné et figuré de curieux exemples.

Celui de la coupe de l'ancienne barrière de Forest est le plus ancien qu'il nous ait été donné de relever et la coupe en est renseignée dans nos notes du Service (n° 98) comme ayant disparu en même temps que les terrains avoisinants furent nivelés, en mars 1873. Mais c'est surtout dans ces dernières années, que les failles de la région ont été bien mises en évidence par la création de grandes sablières, parmi lesquelles il faut citer, en première ligne, celle située à proximité de la station d'Uccle-Calevoet.

Grande sablière près la station d'Uccle-Calevoet.

Il nous a été donné de suivre, depuis plus de trente ans, toutes les transformations occasionnées dans cette grande sablière par l'exploitation du sable qui aussi a été utilisé pour la fabrication de pierres artificielles.

C'est, en effet, vers 1872, que nous visitâmes pour la première fois les affleurements de sables de ce point, devenu maintenant classique, en compagnie de M. Baude, fils du conseiller de ce nom, qui y avait recueilli de superbes débris de crustacés, déposés au Musée royal d'histoire naturelle. Ces débris se trouvaient dans une couche épaisse de gravier, renfermant des fragments de grès et de marne blanche, ainsi qu'un conglomérat avec dents de poissons et autres fossiles, présentant, à sa base, un lit de coquilles pressées dans le sable argileux avec cailloux noirs de différentes grosseurs.

Cette couche graveleuse, qui séparait les sables quartzeux, bruxelliens, qui la surmontaient, de la couche d'un mètre de sable

argileux, recouvrant le sable fin, yprésien, s'observait contre le petit talus de la route longeant la voie ferrée et, par conséquent, à un niveau inférieur à celui de la sablière.

C'est cette couche graveleuse, dont il est fait mention à la page 217 du tome I de notre *Géologie de la Belgique*, qui avait été considérée par M. A. Rutot et G. Vincent comme représentant, avec les amas isolés analogues du flanc ouest de la colline de Pladdermolen (Helmet), au sud de la gare de Schaerbeek, de la butte sous la nouvelle église de la même commune, et de Saint-Gilles, sous l'emplacement de l'ancien fort Monterey, des biseaux littoraux du Panisélien sur la rive droite de la Senne.

Mais, plus récemment, à la séance du 3 mai 1890 de la Société royale malacologique, dans leur *Note sur deux puits artésiens creusés dans la banlieue de Bruxelles* (*Bull.*, p. XLVI), MM. D. Raeymaekers et E. Vincent s'expriment ainsi au sujet du gravier en question : « Nous nous chargeons, d'ailleurs, de démontrer, un » de ces jours, par la paléontologie, que le gravier de Calevoet-Hel- » met est, non pas panisélien, comme on le croit généralement, » mais bruxellien ».

Après avoir décrit et figuré, en 1880, à la page 229 de l'ouvrage précité, la coupe avec ses nombreuses petites failles parallèles, que présentait le talus de la route limitant, à l'Ouest, la grande sablière près la station d'Uccle Calevoet, nous avons relevé, à plusieurs reprises, la coupe de cette dernière, à mesure que les travaux d'exploitation la présentaient sous de nouveaux aspects.

C'est ainsi qu'en consultant nos anciennes notes s'y rapportant, nous trouvons une coupe relevée le 6 octobre 1889 et qui, loin d'être aussi nette qu'elle le devint par la suite, comme on le verra plus loin, était de nature à jeter le trouble dans les esprits. On y constatait, en effet, d'épaisses couches de sables et grès-moëllons calcarifères, sur le prolongement de sables blancs, siliceux, pétris de tubulations d'annélides.

Il semblait qu'il y eût passage latéral des uns aux autres et nous conservâmes cette impression pendant plus de dix années encore, jusqu'au jour où l'avancement des déblais vers l'Est, nous permit de constater que le contact anormal qui vient d'être signalé était le résultat de nombreuses petites failles et poches d'affaissement, dont la disposition si curieuse est bien mise en relief dans la coupe figure 1, relevée le 20 mars 1900.

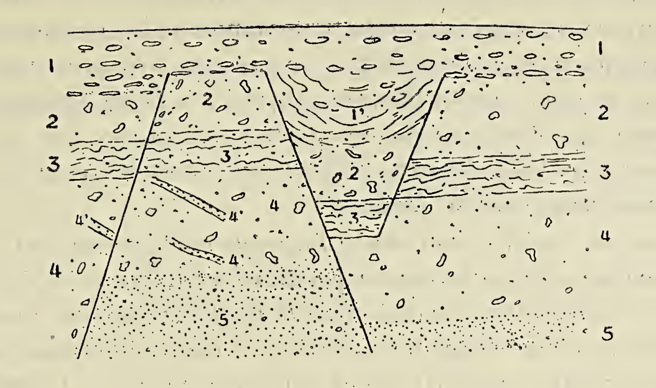


FIG. 1

Coupe de la sablière près la station d'Uccle-Calevoet.

Bc 1. Sables et grès calcarifères, en partie décalcifiés par places (1')
Bb 2. Sable siliceux, blanc, avec grès lustrés, très fistuleux, arrondis.
3. Sable coloré en rouge et d'aspect zonaire.
4. Sable semblable à 2, avec bancs de grès, interrompus et obliques (4').
Yd 5. Sable fin, yprésien.

f = failles inclinées de 50° à 70°.

On remarque que la couche graveleuse à crustacés, signalée plus haut, à l'entrée primitive de la grande sablière, ne se trouve déjà plus, à moins de cent cinquante mètres plus à l'Est, dans la coupe ci-dessus, fig. 1.

La couche de base du Bruxellien (*Ba*) n'est plus représentée en ce point, comme en beaucoup d'autres de la région, que par un sable grossier, plutôt que par un véritable gravier. Pour ce qui est des sables siliceux et calcareux, qui forment la masse principale de la grande sablière, nous rappellerons que c'est à l'occasion d'une excursion que la Société belge de géologie entreprit, le 20 mai 1900, et pour laquelle il ne fut pas rédigé de compte-rendu, que nous visitâmes la grande sablière en question. C'est à ce moment que nous fîmes remarquer, pour la première fois, non sans provoquer quelques rumeurs, que nos observations, déjà fort anciennes pour les environs de Bruxelles, nous portaient à considérer notre étage bruxellien, non pas comme « se présentant sous deux facies » principaux, superposés : l'inférieur composé de sables grossiers,

» siliceux, le supérieur, de sables fins, calcareux » [1], mais bien comme présentant une alternance de dépôts siliceux et calcareux.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer ailleurs, nous nous félicitons de plus en plus d'avoir contribué à faire admettre, dans la légende du Tertiaire de notre Carte au 40 000e, les notations proposées par MM. Rutot et Van den Broeck, pour les cycles sédimentaires de chaque étage.

Seulement, tandis que dans la *Légende de l'Eocène de la feuille de Bruxelles*, qui se trouve reproduite à la page XIII de l'introduction de l'*Explication de la feuille de Bruxelles*, ces auteurs ne renseignent, pour l'étage bruxellien, que les trois termes (*a*), (*b*) et (*c*), caractérisant respectivement le gravier local (*a*), le sable d'immersion (*b*) et le facies calcareux (*c*), déposé pendant la période d'affaisement maximum, il y a lieu, d'après nous, d'y ajouter le terme (*d*) réservé au couches d'émersion.

Ce dernier ne se montre pas au dessus des sables calcareux (*Bc*) de la grande sablière, près de la station d'Uccle-Calevoet, mais on va le voir prendre un magnifique développement à 1 400 m. vers le Nord-Est, au lieu dit « Crabbegat » situé entre le Die Weg et l'avenue Defré et où se présente une belle sablière dont voici la coupe :

Coupe de la sablière du Crabbegat

		mètres
q 1 m	1. Limon et cailloux, avec fragments de grès ferrugineux, passant à la limonite, annonçant la proximité du banc épais de la même roche qu'on verra plus loin surmonter les sables siliceux de la zone bruxellienne *Bd*	0.50
Bd	2. Sable siliceux, blanc et jaune, surtout vers le haut et d'un beau blanc sur 5 mètres, par place, visible sur	10.00
	Total	10.50

Le sable n° 2 a fourni, à sa partie supérieure, vers l'extrémité occidentale de la sablière, des ossements d'*Equus* et de *Bos* ? dans une position absolument identique à celle occupée par les trois

(1) Explication de la feuille de Bruxelles, 1883, pp. 94-95.

mille ossements que nous a fourni l'ossuaire pré-quaternaire d'Ixelles, sur lequel nous reviendrons plus loin.

Ils sont, en effet, dans le même sable siliceux *Bd* et, d'après la carte topographique, à une altitude à peu près la même (cote 75)

Ce n'est que pendant l'impression de ce travail, que nous avons pu lever la coupe ci-dessus, le 24 décembre 1905, à l'occasion de la découverte des ossements qui viennent d'être signalés dans la couche 2 de cette coupe.

M Delheid, à qui la Science est redevable de tant de documents précieux, a bien voulu nous montrer la place exacte dont proviennent les ossements qui sont venu enrichir encore ses belles collections.

Ils étaient, comme à Ixelles, de teinte jaunâtre, à la surface, dans un parfait état de conservation et disséminés dans le sable siliceux, jaunâtre, bruxellien, lequel paraissait bien en place et sans aucune trace apparente de remaniements.

La sablière du Crabbegat, située entre le chemin creux de ce nom et celui qui s'étend parallèlement, et à une centaine de mètres à l'ouest de ce dernier, est à 205 mètres du tournant du chemin au Sud ; au bas du talus du dit chemin, à l'entrée de la sablière, on commence déjà à voir le sable jaune, décalcifié, avec grès blancs, effrités, de la zone *Bc*.

On suit ces roches calcareuses, en descendant vers le Nord, jusque une cinquantaine de mètres au-delà du tournant du même chemin, où l'on voit apparaître le sable siliceux de la zone *Bb*.

Nous ajouterons qu'à environ 300 mètres à l'est de ce dernier point, s'observe, le long de la petite route qui conduit de l'avenue Defré au Sanatorium, la grande *sablière du Groeselenberg*.

Celle-ci, séparée par 225 mètres de l'avenue Defré, présente, sur une centaine de mètres de longueur, 5 à 6 mètres de sables et grès calcareux, avec rangées de pierres plates alternant avec des pierres de grottes, généralement de petite taille, mais dont quelques unes, plus grandes et fortement découpées, rappellent un peu celles qu'on verra plus loin dans les sablières de Forest.

Toutes ces roches calcareuses sont à un niveau un peu inférieur à celui des sables siliceux (*Bd*) de la sablière du Crabbegat, et constituent bien le prolongement des couches calcareuses (*Bc*) du chemin creux, qui leur sont inférieures.

Ces sablières fournissent donc bien la preuve de l'existence, dans le Bruxellien, de deux zones de sable siliceux (*Bd* et *Bb*), séparées par la zone calcareuse (*Bc*).

Passons maintenant aux sablières s'étendant au nord-ouest des précédentes, entre l'avenue Brugmann et la chaussée d'Alsemberg.

Sablières entre l'avenue Brugmann et la chaussée d'Alsemberg

Les immenses sablières qui s'observent de chaque côté de l'avenue Brugmann et qui s'étendent entre cette dernière avenue et la chaussée d'Alsemberg, présentent la zone de sables blancs, siliceux (*Bb*) et celle des sables et grès calcareux (*Bc*) de la sablière près la station d'Uccle-Calevoet, mais avec un développement beaucoup plus considérable.

Elles atteignent, en effet, chacune, en de certains points de la même coupe, de dix à douze mètres d'épaisseur, ce qui ne se constate, à notre connaissance, qu'en ce seul point des environs de la capitale.

La zone de sables blancs, siliceux (*Bb*) présente, à sa partie supérieure, sur 1 m. à 1.50 m., d'abondantes tubulations d'annélides, avec quelques grès fistuleux, allongés et horizontaux, ainsi que de petites parties de sable brunâtre sale, plus foncé, rappelant un peu les petites pochettes qui se présentaient dans le même sable blanc, siliceux, de l'ossuaire d'Ixelles, dont il sera parlé plus loin.

En dessous de cette couche, nous observâmes, en octobre 1889, au bas de 5 à 6 m. de sable blanc et jaune, très siliceux, le niveau assez constant de menus débris de coquilles, extrêmement friables, avec grès lustrés, arrondis souvent en forme de boules, ainsi qu'un grès fistuleux allongé, de plus de un mètre et disposé verticalement. Aujourd'hui, on observe encore, sous ces roches, dans la première sablière à l'ouest de l'avenue Brugmann, exploitée par MM. Ghilain-Delcort, cinq mètres d'un beau sable, également très siliceux, à stratification entrecroisée, présentant un niveau interrompu d'une roche durcie à tubulations.

Plus à l'Ouest, en contre-bas de la propriété Vanderkindere, on observe aussi un banc de grès interrompu, mais à la partie supérieure du sable siliceux (*Bb*) qui présente aussi, à ce niveau, une stratification entrecroisée et des tubulations.

Enfin, plus à l'Ouest encore, on observe un peu en contre-bas de

l'avenue Coghen et presque à sa jonction avec l'avenue des Fleurs, le dernier déblai restant encore à poursuivre dans la propriété de Mlle la baronne Limnamder, par le concessionnaire François Eggerickx.

Ce déblai montre, au niveau même de la première de ces deux avenues, la couche d'un mètre environ de sable en partie décalcifié, dit *sable doux*, qui sépare la zone des sables blancs, siliceux (*Bb*), de la zone, épaisse de 8 à 10 mètres, des sables et grès calcareux (*Bc*), dont elle constitue la base. C'est de ce niveau que proviennent les fossiles renseignés, dans le tableau ci-après, comme appartenant à la zone *Bc* et que M. Delheid, qui les a recueillis, désigne sous la dénomination de *niveau graveleux supérieur, surmontant les sables à tubulations d'annélides.*

Il les distingue ainsi des fossiles que ses persévérantes recherches ont fait découvrir à un niveau bien inférieur, situé vers le bas de notre zone des sables siliceux (*Bb*) et qu'il appelle le *niveau graveleux inférieur, sous les grès lustrés,* qu'il ne faut pas confondre avec celui de la zone du vrai gravier de la base du Bruxellien (*Ba*), qui ne semble pas avoir été atteint en ce point.

Nous devons déclarer que, tout au moins aux points où il nous a été possible d'observer ces deux niveaux, nous n'y avons pas reconnu l'existence de gravier, bien que les ouvriers affirment y avoir rencontré, assez fréquemment, des fragments arrondis de grès et, notamment, un petit bloc roulé constitué par un crustacé, *Thenops scyllariformis,* Bell, renseigné dans la liste ci-après, qu'a bien voulu nous communiquer M. Delheid, et dans laquelle figure le squale, *Carcharodon auriculatus,* de Blainv., dont la taille devait atteindre 8 mètres de longueur et qui est représenté par une cinquantaine de vertèbres et trente-quatre dents [1].

La zone supérieure des sables blancs, siliceux (*Bd*), qu'on a déjà vu, au Crabbegat, présenter une épaisseur aussi grande que celle de la zone inférieure des sables blancs, siliceux (*Bb*), des grandes sablières qui nous occupent en ce moment, semble faire défaut

[1] Delheid, Ed. Découverte d'un squale bruxellien. *Ann. Soc. r. malac. de Belg.*, t. XXXIV, pp. LXXIII-LXXV, 1887.

Liste des fossiles bruxelliens provenant des sablières situées entre l'avenue Brugmann et l'avenue Coghen.

Désignation des fossiles	Bruxellien Bb	Bruxellien Bc
OISEAUX		
Fragment indéterminé.	+	—
REPTILES		
Tortues (vertèbres, côtes et mandibules).	+	+
POISSONS		
Pelamys ?	—	+
Scombridés (vertèbres et apophyses .	+	+
Cybium.	+	—
Sphyrænodus.	—	+
Pseudosphærodon navicularis, Winkl.	—	+
Arius Egertoni, Dixon.	—	+
Xiphiorhynchus priscus, Ag.	—	+
Cælorhynchus rectus, Ag.	+	+
Trichiurides sagittidens, Winkl.	+	—
Pycnodus.	+	—
Albula Oweni, Owen.	+	—
Ginglymostoma Thielensi, Winkl.	+	—
Ostracion meretrix, Daimeries.	+	—
Lamna Vincenti, Winkl.	+	+
Scyllium minutissimum, Winkl.	—	+
Oxyrhina nova, Winkl.	—	+
Oxyrhina sp.	+	+
Odontaspis crassidens, Ag.	+	+
— *macrota*, Ag.	+	+
— *cuspidata*, Ag.	+	+
— *verticalis*, Ag.	+	+
— *Winkleri*, Leriche.	—	+
Carcharodon sp. ?	+	+
— *auriculatus*, de Blainv.	—	+
Galeocerdo latidens, Ag.	+	—
POISSONS (suite)		
Galeus recticonus, Winkl.	+	—
— *minor*, Ag.	+	—
Pristis Lathami, Gal.	+	+
Ætobatis irregularis, Ag.	—	+
Myliobatis toliapicus, Ag.	—	+
— *Dixoni*, Ag.	—	+
— *Oweni*, Ag.	—	+
— *striatus*, Buckl.	+	—
— *sp. ?*	+	—
Trygon (?) pastinacoides, Van Ben.	—	+
Boucle de raie.	—	+
Edaphodon Bucklandi, Ag.	—	+
CRUSTACÉS		
Pince de homard.	—	+
Thenops scyllariformis, Bell.	—	?
CÉPHALOPODES		
Nautilus Lamarcki, Desh.	—	?
LAMELLIBRANCHES		
Teredo Burtini, Desh.	—	+
Cardita planicosta, Lmk.	—	+
Ostrea gigantica, Brand.	—	+
— *cymbula*, Lmk.	+	+
VÉGÉTAUX		
Nipadites et troncs d'arbres avec tarets.	—	+
Fragments de troncs transformés en lignite.	—	?

dans ces dernières, comme dans celle du voisinage de la station d'Uccle-Calevoet. Mais c'est simplement parce que cette zone a été enlevée par des actions de dénudation, quaternaires et autres, postérieures à sa formation.

Dans celle de ces grandes sablières la plus rapprochée de la chaussée d'Alsemberg et connue de tout temps par la présence de véritables bancs d'huitres (*Ostrea cymbula*), on voit, sur près de 100 mètres de longueur, une enfilade de grès rouges, ferrugineux, que l'on prendrait, à distance, pour un dyke de basalte.

Ces grès sont intercalés en plein milieu au travers de la zone des sables calcareux à moëllons, laquelle est surmontée de roches analogues du Laekénien, dont elle est séparée par le gravier de base, avec grès perforés à *Nummulites lævigata* roulées et dents de poissons, qui font la joie des enfants chercheurs de « figures », comme ils appellent ces débris fossiles.

Nous attribuons la présence anormale de ces grès ferrugineux dans la zone des sables calcareux à moëllons, à un effondrement par failles, qui a placé au contact de cette dernière zone, les sables siliceux passant au grès ferrugineux de la zone supérieure (*Bd*), qu'on a pu observer jadis parfaitement en place, à proximité, à moins de 600 mètres vers l'Est, lors de la création de l'avenue Brugmann. C'est ce dont témoigne, en effet, la coupe de cette avenue, publiée en 1873, dans l'article « Géologie » de *Patria Belgica* et reproduite dans le tome I de la *Géologie de la Belgique*.

On y constate, sous le banc de grès perforé, laekénien, à *Nummulites lævigata* roulées, les couches bruxelliennes ci-après, de haut en bas :

Bd 1. Banc de grès rouge, ferrugineux, pétri de coquilles : *Cytherea lævigata*, *C. suberycinoides*, *Cardium porulosum*, *Rostellaria ampla*, etc.

2. Sables blancs, siliceux, exploitables (sables de cuisine).

Bc 3. Sables calcarifères, renfermant un gîte composé presque exclusivement d'*Ostrea cymbula*.

4. Sables blancs, décalcifiés, à gros grain, avec grès fistuleux effrités.

Comme on le voit, l'analogie est complète entre cette coupe et

celle de la sablière située à proximité de la chaussée d'Alsemberg et à 800 mètres au sud de la Maison de santé d'Uccle.

Seulement, le grès ferrugineux paraît être beaucoup plus épais dans cette dernière sablière, ce qui semble bien être le résultat d'un phénomène de *rubéfaction* sur lequel M. Daimeries, qui a beaucoup exploré toute la région, avait déjà appelé l'attention lors de l'excursion, rappelée ci-dessus, du 20 mai 1900.

C'est ce qui explique pourquoi, tout le long de la zone effondrée, les infiltrations ferrugineuses, en pénétrant assez irrégulièrement sous le niveau de grès rouge (*Bd*), ont coloré et concrétionné une partie des sables calcareux sous-jacents (*Bc*), ce qui ferait croire, à première vue, qu'on a affaire à un seul et même banc très épais de grès rouge.

Mais une observation plus attentive fait reconnaître que la base du soi-disant banc épais de grès, présente des parties non complètement rubéfiées, dans lesquelles on reconnaît parfaitement le sable blanc, plus ou moins décalcifié, avec *Ostrea cymbula.*

Avant de passer à l'étude des nouvelles sablières situées à Forest-est, le long de l'avenue d'Huart et qui fournissent les données les plus importantes de cette communication, nous nous arrêterons un instant aux affleurements de sables, mis récemment à découvert à l'occasion des travaux de terrassement effectués sur le territoire et à la limite de la même commune, à l'ouest et à peu de distance de la chaussée d'Alsemberg.

Affleurements à l'ouest de la chaussée d'Alsemberg.

Les grands déblais pratiqués sur le prolongement de l'avenue Beernaert, un peu au sud de l'avenue des Sept-Bonniers et destinés, paraît-il, à donner naissance à la rue du Triangle, permettaient d'observer, en mai 1905, la succession de couches suivante, de haut en bas :

		mètres
Lk	1. Sable et grès calcarifères de l'Eocène moyen, laekénien, surmontés de sable remanié, plaqué	3.00
	2. Gravier avec grès perforés, pétri de *Nummulites lævigata* roulées, d'*Ostrea cymbula*, etc	0.30
Bn	3. Sable et grès calcarifères, bruxelliens, visibles à la partie supérieure, sur	3.00

Les couches nos 1, 2 et 3 s'observaient en un point où l'on était obligé d'élever une muraille pour empêcher l'éboulement.

4. Sable calcarifère, avec abondantes *Ostrea cymbula*, passant au sable quartzeux, blanchâtre, avec tubulations jaune brunâtre foncé et parfois très blanches, calcarifères, paraissant provenir plutôt d'infiltrations du dessus que de la décalcification proprement dite. La couche nº 4 s'observait en un point où les couches supérieures avaient été enlevées, vers l'extrémité sud de la tranchée, à la limite du bois ; elle avait une épaisseur d'environ . 1.50

Bd 5. Un peu plus bas, s'observait un affleurement de grès ferrugineux, coquillier, d'environ 1.00

6. Et plus bas encore, passé la petite maison renseignée sur la carte et à peu près en face de l'ancienne ferme, les déblais pour la création de l'égoût d'une nouvelle voie de communication, avaient mis à découvert un beau sable blanc, siliceux, visible sur 1.20

Total : 10.00

Il est aisé de reconnaître dans ce dernier sable (6), avec le grès ferrugineux (5) qui le surmonte, le correspondant de notre zone supérieure (*Bd*), telle qu'on vient de la voir si bien caractérisée dans la sablière située de l'autre côté de la chaussée d'Alsemberg et telle qu'elle se présentait jadis, comme il est dit plus haut, à l'avenue Brugmann.

Il est à remarquer que le grès ferrugineux de cette zone supérieure (*Bd*), n'apparaît plus vers l'Ouest, non seulement dans les sablières de l'avenue d'Huart, mais même déjà, dans la sablière exploitée par M. Jules Eggerickx et située rue du Bois, entre cette dernière avenue et les déblais qui nous occupent en ce moment.

Il ne sera pas inutile de reproduire ici la coupe de cette sablière, relevée en novembre 1905.

Coupe de la sablière Jules Eggerickx, à Forest-est.

		mètres
q	1. Limon et cailloux à la base	1.00
Lk	2. Sables et grès calcarifères, laekéniens, avec poches d'altération, atteignant.	3.00
	3. Gravier à *Nummulites lævigata* roulées.	0.30

Bn 4. Sables et grès bruxelliens, en partie décalcifiés, variant en épaisseur de . . . . 0.50 à 2.00

Bd 5. Sable siliceux, à tubulations, avec concrétions arrondies 1.00

6. Banc de sable siliceux, durci, tachant les doigts et présentant des fragments anguleux, sub-marneux, qui lui donnent un aspect bréchiforme . . . .

Bc 7. Sable jaunâtre, en majeure partie décalcifié 4.50

Total : 11.80

Nous ferons encore remarquer que la sablière qui précède correspond exactement, tout au moins pour ce qui concerne les zones *Bd* et *Bn*, à celles situées à 150 mètres plus à l'Ouest et renseignées respectivement, dans la coupe ci-après (fig. 2), sous la désignation de *sablière (III)* et d'*ancienne sablière (I)*.

Coupe des sablières ouvertes le long de l'avenue d'Huart, à Forest-est.

q 1. Terrain limoneux, plus ou moins remanié, avec cailloux et concrétions ferrugineuses (II), se confondant parfois avec le gravier à *Nummulites* roulées (III), variant en épaisseur de 0.30 à 1.80

Lk 2. Sables et grès calcarifères, laekéniens, présentant de grandes poches d'altération dans la sablière (I) et atteignant, dans la sablière (IV) 1.60

3. Gravier avec sable et grès calcarifères, percés de trous de mollusques lithophages, pétris de *Nummulites lævigata* et *Num. scabra*, de nombreuses dents de poissons et contenant un fragment de *Belemnites*, variant de. . . . . 0.20 à 0.80

Bn 4. Sables et grès calcarifères, bruxelliens, formant une lentille avec digitation (II) 1.50

Bd 5. Sable blanc, siliceux, renfermant parfois de menus débris de coquilles fragiles, avec grès lustrés sous la forme de *pierres de grottes* volumineuses, fort découpées et de blocs arrondis. Une de ces pierres, présentant un *Lamna* et un ossement de tortue, recueillie en mai 1905, dans la sablière (II), semble provenir de ce niveau, variant en épaisseur de . . . . 1 m. (III) à 5.50

Bc 6. Sables et grès calcarifères, avec moëllons et pierres plates vers le bas, variant de. . . . . 0m80 (IV) à 4m70 (II) et 6.00

Bb 7. Sable blanc, siliceux, à stratification entrecroisée (II), avec grès lustrés, arrondis souvent en forme de boules, traversé dans la

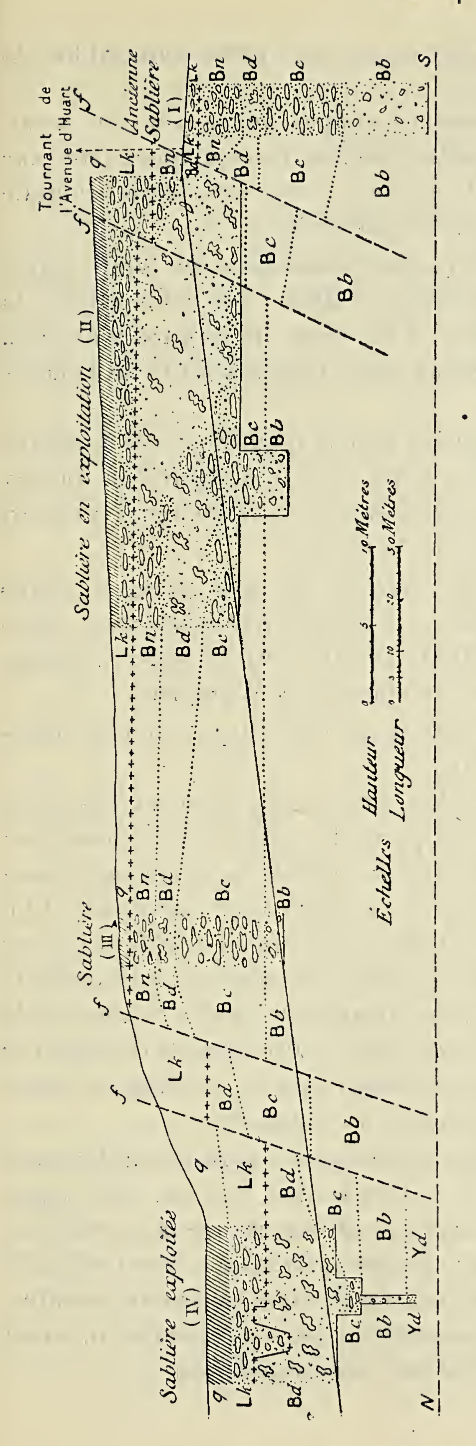


FIG. 2. — Coupe des sablières ouvertes le long de l'avenue d'Huart, à Forest-est.

sablière (IV), par un déblai au fond duquel nous fîmes pratiquer, le 20 mai 1905, un sondage qui permit de lui assigner une épaisseur de . . . 4.00

Yd **8.** Sable très fin (Eocène inférieur, yprésien[1], gris verdâtre vers le bas, présentant un lit d'argile schistoïde de 0^m20, à 0^m40 du sable n° 7, reconnu par le même sondage sur . . . 0.80

Total : 22 00

Les sablières dont on vient de voir la coupe, ont fourni peu de fossiles; néanmoins, M. Delheid nous a montré un fruit de *Nipadites*, recouvert de tarets et provenant de la sablière (IV), mais dont on n'a pu lui renseigner le gisement exact. Il est probable qu'il provient de la couche n° 6 (*Bc*), dont on pouvait voir, en mai 1905, une digitation assez importante dans la sablière.

L'interprétation que nous donnons, fig. 2, de la coupe décrite ci-dessus, résulte de très nombreuses observations que nous avons pu effectuer, depuis plus de dix-sept ans, le long

de la nouvelle avenue de Forest-est, qui porte aujourd'hui le nom d'avenue d'Huart.

Et, en effet, les plus anciennes coupes qui se trouvent consignées dans nos notes sont celles relevées en septembre 1888, sur les deux parois de la nouvelle avenue. Celle de la paroi orientale présente les quatre failles figurées sur la fig. 2.

Seulement, outre que des parties remaniées du talus empêchaient parfois de bien préciser l'allure des dites failles, la construction, à cette époque, d'un mur de clôture vint, bien malencontreusement, nous mettre dans l'impossibilité de compléter la coupe.

Ce n'est que dans ces derniers temps, qu'une société anonyme s'étant rendue acquéreuse de la propriété qui a appartenu successivement aux familles Dumonceau, Zaman et Vimeney, y a ouvert les grandes sablières figurées sur la coupe.

Entretemps, nous avons pu relever, en mai 1900, la coupe détaillée de la grande sablière, aujourd'hui abandonnée, située en contre-bas de l'avenue d'Huart et dont l'exploitation se faisait par l'avenue Fontaine, en face du château de Wyngaerd.

C'est cette coupe qui est renseignée sur la fig. 2, sous la dénomination d'*ancienne sablière* (I).

Elle s'étendait de l'Ouest à l'Est, tout le long et en contre-bas de l'avenue d'Huart, passé le tournant de celle-ci. Et, chose bien curieuse, le talus de cette avenue présentait la même succession de couches que celle de la sablière, depuis le Laekénien (*Lk*), jusqu'à la zone de sable blanc, siliceux, du Bruxellien (*Bd*), qui, étant donnée la pente vers l'Est de l'avenue, apparaissait à l'extrémité de celle-ci, sous les sables et grès calcarifères (*Bn*). C'était donc la preuve irrécusable de l'existence d'une faille dont la direction se confondait avec celle de l'avenue, comme celà se constate, du reste, très clairement à l'extrémité sud de la coupe, fig. 2.

Après avoir mis hors de doute l'existence, dans les sablières de Forest-est, de deux zones de sables blancs, siliceux (*Bd* et *Bb*), séparées par une immense lentille de sables calcareux à moëllons (*Bc*), il nous serait aisé d'étendre la démonstration à tous les dépôts bruxelliens des environs de la capitale, mais celà nous entraînerait bien au delà des limites auxquelles peut prétendre un sujet aussi spécial que celui de la présente communication.

Nous nous bornerons donc à passer en revue les faits les plus saillants des régions d'Ixelles et de Watermael-Boitsfort.

RÉGION D'IXELLES

Comme l'a fait remarquer notre savant collègue, M. Rutot, à l'occasion de l'excursion de la Société belge de géologie à Boitsfort, le 12 juin 1904, l'attention avait déjà été appelée antérieurement, par lui, sur l'existence, à la partie supérieure du Bruxellien, d'une poche de sable blanc, siliceux, semblable à celui qui s'observe à la base de cet étage.

C'était en 1875, à Ixelles, à proximité de l'hospice Van Aa, où une butte de sable a permis à notre collègue de relever une coupe des plus intéressante, qu'il décrivit et figura dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. II, pp. 212-222. Cette coupe montre bien nettement, en effet, au sommet des sables et grès calcareux, et au contact du banc séparatif de la base du Laekénien, une poche de sable blanc, siliceux, avec parties ferrugineuses, renfermant de nombreux fossiles friables et parfois silicifiés, dont la liste fut dressée par G. Vincent, et qui rappelle tout à fait ceux que nous recueillîmes, avec ce paléontologiste, en 1872, dans la carrière Ackermans, au hameau de Roodebeek, dépendant de Woluwe-Saint-Lambert.

Mais, tout en rendant le plus complet hommage à l'esprit d'observation de notre collègue, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que la poche de sable blanc, siliceux, qu'il a si minutieusement décrite, était plutôt considérée comme le résultat d'un phénomène local, d'un accident étrange, suivant sa propre expression, et que la présence de la poche en question, au sommet du sable bruxellien, a été envisagée, jusqu'ici, plutôt comme le résultat d'une altération, que comme décelant l'existence d'un niveau spécial à ajouter à la légende de la Carte géologique et représentant le sable d'émersion (*Bd*) de cet étage de l'Eocène moyen.

Et, en effet, nous trouvons dans cette partie de la commune d'Ixelles, la preuve qu'il en est bien réellement ainsi.

C'est d'abord, à l'endroit même où M. Rutot a levé sa coupe, d'après laquelle les sables et grès calcarifères (*Bc*) qui la composent et à la partie supérieure desquels se trouve la poche de

sable blanc, siliceux, avec parties ferrugineuses (*Bd*), auraient une épaisseur de 8.50 m.

Or, comme nous le faisait remarquer, tout récemment encore, l'ancien président du Conseil de l'hospice Van Aa, un simple terrassement pratiqué à côté de cet établissement et, par conséquent, à un niveau inférieur à celui de la coupe, a rencontré la zone inférieure de sable blanc, siliceux (*Bb*).

Cette même zone fut exploitée jadis dans plusieurs sablières, vers le bas de la rue Malibran, où nous avons pu l'observer sous le niveau actuel de la rue et entre celle-ci et la rue Dillens, de 1872 à 1876. Elle était formée de 4 mètres de sable blanc, siliceux, avec grès lustrés arrondis et un niveau de coquilles friables, et surmontée de plus de 8 mètres de sables et grès calcareux de la zone *Bc*.

D'un autre côté, à peine à 150 mètres au SSE. de la coupe décrite par M. Rutot, on observait encore, en avril 1905, le sable blanc, siliceux (*Bd*), avec un beaucoup plus grand développement que dans cette coupe.

C'était, notamment, au haut de la rue Victor Greyson, à une trentaine de mètres de sa jonction avec la chaussée de Boendael et entre ces deux voies de communication, où un déblai pour les fondations d'une maison appartenant à M. Koppe, montrait 2.60 m. de sable siliceux (*Bd*), avec rares concrétions, du côté de la rue Victor Greyson, tandis que la paroi septentrionale, du côté de la chaussée de Boendael, était formée de sable et grès calcarifères, avec moëllons (*Bc*).

Un peu plus haut, de l'autre côté de la rue Victor Greyson, à la bifurcation, on observait, dans le déblai Boogmans, le prolongement des sables siliceux qui, un peu au Sud, étaient associés à des grès ferrugineux et présentaient un bel affleurement de $2^{m}40$ d'épaisseur dans la rue du Bourgmestre, à 55 m. à l'WSW. de la chaussée de Boendael.

Rappelons en passant, que c'est à 200 m. au SW. du point précédent, dans cette même rue du Bourgmestre, que se trouvaient, dans la propriété de M. Canonne, les sables siliceux, associés à des grès ferrugineux à la partie supérieure (*Bd*), et dans lesquels nous avons eu la bonne fortune de découvrir, jusqu'à $8^{m}50$ de profondeur, dans le beau sable siliceux, bruxellien, des ossements d'âge beaucoup moins ancien que le sable qui les renfermait (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV bis, 1900, p. 162).

Enfin, s'il pouvait subsister encore quelque doute sur la position stratigraphique de ces sables, la coupe du puits artésien creusé à proximité, par M. le baron van Ertborn et que nous avons décrite, en 1889, dans les *Annales de la Société royale malacologique*, t. XXIV, p. CLXXIII, séance du 9 novembre 1889 et t. XXV, 1890, p. XIV, suffirait à les faire disparaître.

A l'endroit où a été effectué ce sondage, on observait, en contre-haut de ce dernier, à la limite méridionale de la propriété Canonne, un bel affleurement permettant de compléter, pour ce qui concerne la partie supérieure du Bruxellien, la coupe du sondage, comme suit :

Coupe du sondage, au Dépôt du tram, à Ixelles et des dépôts qui en surmontaient l'orifice, à la cote 77 m. 75.

			mètres
q	1. Limon, avec rares cailloux disséminés vers le bas ($1^{m}30$) et surmonté de 1 mètre de terre végétale . . .		2.30
Bd	2. Grès rouge, bruxellien, devenant schisteux à la partie supérieure, se divisant en plaquettes et en fragments anguleux, présentant des lentilles de sable jaune, siliceux, bien stratifié.	2.30	
	Le sondage a rencontré, à un niveau inférieur aux couches n°s 1 et 2 :		
	3-4. Sable et grès ferrugineux, rouge	0.90	
	5. Sable jaune, siliceux	0.90	
			4.10
Bc	6-28. Sables et grès calcareux.		9.60
Bb	29-51. Sable blanc, siliceux, sans grès sur 3 m. 40, puis présentant onze niveaux de grès lustrés, variant de $0^{m}10$ à $0^{m}30$ d'épaisseur		13.70
Ba	52. Rognons de grès, dans du sable marneux. .	1.10	
	53. Sable rougeâtre. Gravier	0.50	
			1.60
Yd	54. Sable très fin, gris verdâtre (Eocène inférieur, yprésien)	5.50	
	55-57. Sable argileux, avec un lit d'argile de $0^{m}20$ vers le bas.	19.85	
Yc	58-59. Argile plastique, très foncée vers le bas	29.15	
	60. Argile sableuse	10.25	
			64.75
		A reporter :	96.05

		Report :	96.05
L1d	61. Sable glauconifère, grisâtre, assez fin (Eocène inférieur, landénien)	3.85	
L1c	62. Argile et argilite	16.25	
L1a	63. Silex verdis	0.20	
			20.30
Dv1	64. Quartz (Cambrien. Devillien inférieur)		1.15
		Total :	117.50

Il nous reste maintenant, pour terminer cette étude, à passer en revue les affleurements bruxelliens qui s'observent dans la région de Watermael-Boitsfort et dont nous trouverons tous les éléments dans le compte-rendu de l'excursion géologique que nous dirigeâmes aux environs de Bruxelles, le 12 juin 1904 (*Bull. Soc. belge de géol.*, t, XIX, 1905, *Mém.*, pp. 267-317).

RÉGION DE WATERMAEL-BOITSFORT.

L'étude du Bruxellien, dans la région de Watermael-Boitsfort, a été facilitée, dans ces derniers temps, par d'importants déblais pour la création de sablières et de grandes avenues.

C'est d'abord la sablière située à la cote 75, au nord de Watermael, entre la ferme Tercoigne et la ligne de Tervueren et dont voici la coupe, telle que nous avons pu la relever le 6 novembre 1904.

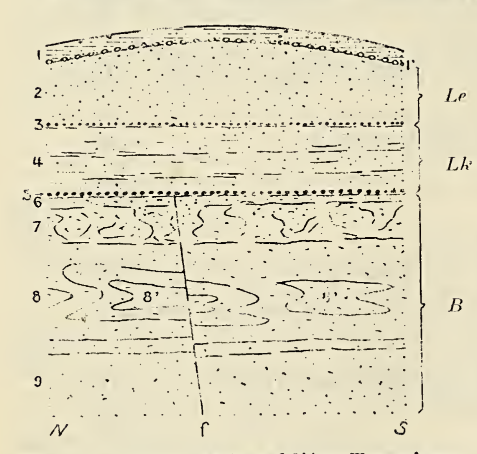


FIG. 3. — Coupe de la sablière Tercoigne, au nord de Watermael.

			mètres
q1m	1. Limon sableux et cailloux disséminés, moséens 1'. Sable avec cailloux disséminés et en bande atteignant $0^{m}30$ à la base . . .		0.75
Le	2. Sable lédien, assez fin, blanchâtre et jaunâtre	1.25	
	3. Gravier brunâtre, en grains assez réguliers	0.05	
			1.30
		A reporter :	2.05

		Report :	2.05
Lk	4. Sable laekénien, graveleux, blanchâtre et jaunâtre, présentant, à distance, l'aspect d'alternances de zones plus ou moins foncées	2.00	
	5. Gravier formé de grains inégaux de quartz blanc, opaques et translucides	0.15	
		———	2.15
Bd	6. Sable bruxellien, siliceux, jaune, avec quelques grains de glauconie	0.25	
	7. Grès ferrugineux, formant un banc dur, rouge brunâtre foncé, presque noir, passant à la limonite par places.	1.20	
	8. Sable jaune, ferrugineux, avec larges banderolles (8') d'un rouge particulier, plus pâle, et qui doivent leur forme bizarre à la stratification entrecroisée et à une petite faille (f).	3.50	
	9. Sable siliceux, d'un beau blanc, avec quelques grains de glauconie, exploité sur	1.70	
		———	6.65
		Total :	10.85

Les terrains de la sablière se relèvent vers l'Ouest, ce qui a permis d'exploiter, dans cette direction, à l'ouest et contre le chemin qui passe sous le viaduc du chemin de fer, le sable blanc qui y affleure, tandis que, dans la sablière, il n'est atteint que sous une assez grande épaisseur d'autres couches tertiaires et quaternaires.

En outre, le Bruxellien présente, sur plus de 6 mètres d'épaisseur, un magnifique exemple des beaux sables blancs, d'émersion, de cet étage, avec prédominance, à la partie supérieure, de l'élément ferrugineux, si constant à ce niveau.

A l'entrée du premier chemin creux, à l'est de la sablière Tercoigne, on observe un gravier séparant $4^{m}50$ de Lédien de 1 mètre de Laekénien, et 33 m. au Sud, dans le même chemin creux, qui est en pente assez accentuée, on trouve, dans un petit déblai pratiqué au bas du talus oriental, l'épais gravier base du Laekénien, et 3 mètres plus bas, le banc rouge bruxellien, et enfin, à peu de distance, des sables et grès calcarifères et en partie décalcifiés, sur une hauteur de 4 mètres. Ces derniers occupent donc ici la place d'une partie du sable siliceux de la sablière, ce qui pourrait bien être le résultat d'une faille du genre de celles de la région de Forest-Uccle, bien que l'on ne se trouve point ici dans les mêmes conditions orographiques que dans la vallée de la Senne.

Un peu avant d'arriver au passage à niveau de la gare de Watermael, on observait, à l'est et en contre-bas de la voie, un magnifique affleurement de sable blanc, bruxellien, mis à découvert par un profond déblai, pour la construction d'un viaduc destiné à remplacer le passage à niveau.

Ce déblai, prolongé parallèlement à la voie, jusqu'à la rue de la Station, dont le viaduc va devenir la continuation, a permis d'observer la succession de couches que voici :

Coupe des déblais pour la construction du viaduc de la gare de Watermael.

		mètres
q3n	1. Limon brun, assez friable, atteignant, dans un déblai perpendiculaire à la voie, une épaisseur, par ravinement, de $7^{m}50$, mais ayant, en moyenne . . .	2.00
	2. Cailloux	0.10
q3m	3. Limon hesbayen, sableux, jaunâtre et brunâtre, stratifié entre deux niveaux de cailloux	0.75
q1m	4. Cailloux moséens, surmontant, au point où ils étaient le plus épais, une couche de $0^{m}15$ de sable argileux, gris pâle, stratifié, sans cailloux apparents (4') . . .	0.50
Le	5. Sable fin, lédien, grisâtre et jaunâtre, avec une bande ondulée, rouge, ferrugineuse, et une ligne de matière noire (5')	1 00
Lk?	6. Gravier laekénien ?	0.15
Bd	7. Sable blanc, siliceux, bruxellien, avec une ligne noire (7'), identique à (5'), visible sur	0.80
Bc	8. Sable blanc et jaunâtre, avec grès effrités	0 50
Bb	9. Sable blanc, siliceux, à tubulations, visible en un point sur	4 00
	Total :	9.80

Un fait intéressant est à relever dans la coupe précédente ; c'est la faible épaisseur du facies calcareux, bruxellien, qui ne serait représenté que par la couche n° 8 de $0^{m}50$; mais il est à remarquer qu'au cours des travaux de déblai, on a pu constater, le 5 juin 1904, qu'entre la paroi la plus orientale de ces derniers, qui a fourni, le 15 mai précédent, les couches 1 à 7 de la coupe

ci-dessus, et la voie ferrée, il nous a été donné d'observer du sable blanc, calcareux, stratifié, avec bande ferrugineuse, jaunâtre à la partie supérieure, formant une couche de 3m50, qui semble correspondre à celle n° 8 de la coupe ci-dessus.

Enfin, la belle tranchée si pittoresque, pratiquée sur le plateau du Jagersveld (Champ des chasseurs), qui ne tardera pas à être complètement arasé par une escouade de terrassiers, et dont les déblais, transportés par un petit chemin de fer provisoire, servent aux remblais qu'entraîne la construction de la nouvelle grande artère destinée à relier Boitsfort avec Auderghem et Tervueren par la Woluwe, nous a permis, à mesure que la tranchée s'élargissait sur toute sa longeur, de relever les coupes les plus intéressantes que nous ayons eu l'occasion d'observer jusqu'ici, pour ce qui concerne le Bruxellien.

Celle qui est figurée dans le présent travail, a été prise en avril 1904 et complétée, pour sa partie occidentale, peu de temps après l'excursion de la Société belge de géologie, en août de la même année, au moment où les travaux de terrassement eurent permis de constater la réapparition des sables bruxelliens sous les limons quaternaires qui les avaient cachés jusque là.

La coupe fig. 4, dont la pente est de 0m04 par mètre, commence à 175 mètres à l'est de la chaussée de La Hulpe, dont elle devient en quelque sorte le prolongement.

Coupe de la paroi méridionale de la grande tranchée du Jagersveld (Champ des chasseurs), à Boitsfort, relevée en avril 1904 (fig. 4).

		mètres
ale ou q3n ?	1. Limon brunâtre, friable, bigarré de gris blanchâtre et jaunâtre, ce qui lui donne un aspect un peu remanié, avec cailloux disséminés et petits débris de briques à la partie supérieure . .	1.50
	2. Cailloux roulés.	
q3m	3. Limon jaune, parfois interstratifié de sable jaune, quartzeux, bruxellien (3'), dont l'épaisseur atteint, dans les poches de ravinement, jusque	5.00
q1m	4. Cailloux roulés, avec dépôt argilo-sableux, souvent verdâtre, atteignant jusque	2.00
	4'. Niveau supérieur caillouteux, ravinant fortement les dépôts sous-jacents ;	
	A reporter :	8.50

Report : 8.50

4''. Niveau moyen, constitué par le dépôt argilo-sableux, avec cailloux disséminés ;

4'''. Niveau inférieur caillouteux, formant de nombreuses poches ;

Le 5. Sable lédien, jaune, légèrement moucheté de blanc par places et interstratifié, vers le haut, de petites zones brunâtres d'aspect limoneux, avec lignes ondulées de concrétions ferrugineuses, géodiques (5') . . . 1.80

6. Gravier épais, formé, comme celui du n° 8, de grains de quartz translucide et opaque, mais plus uniformes et moins gros ; il renferme des lignes argileuses, dont une assez constante, qui semble le limiter à sa base . . 0.30

Lk 7. Sable laekénien, jaunâtre et très blanchâtre par places. 1.50

8. Gravier à gros grain, surmonté d'un lit argileux et présentant assez fréquemment de petites récurrences . 0.30

Bd 9. Sable siliceux, blanc et jaune, bruxellien, formant de véritables plis par ondulations, avec une stratification parfois entrecroisée, devenant rougeâtre, passant au grès ferrugineux à la partie supérieure (9') et présentant quelques lentilles, notamment au contact du gravier 8, formées d'argile gris verdâtre avec matière noire (x) 4.00

Bc 10. Banc de grès lustrés, altérés, schistoïdes, parfois interstratifiés d'argile grise, variant de . . 0m30 à 0.60

11. Sable jaune, décalcifié, avec grès altérés, effrités 2.00

Bb 12. Sable siliceux, d'un beau blanc, jaunâtre à la partie supérieure, avec grès lustrés, arrondis, disséminés et caractéristiques du sable bruxellien d'immersion 2.00

Total : 21.00

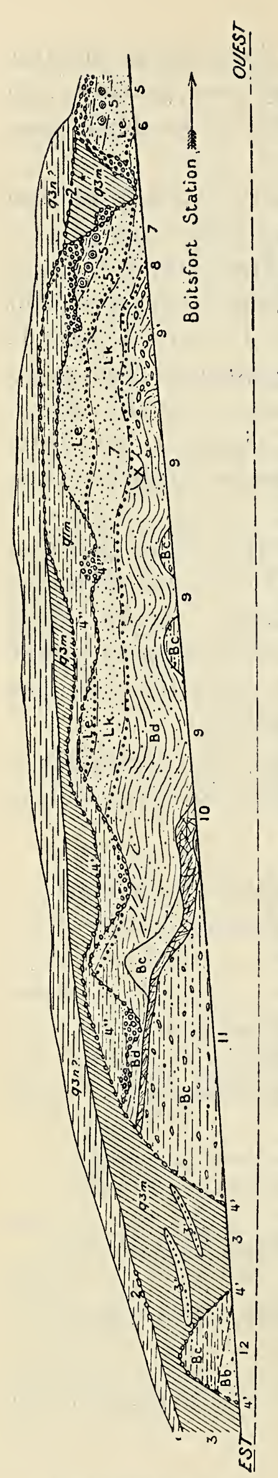


Fig. 4. — Coupe de la tranchée du Jagersveld, à Boitsfort. — Echelle : hauteurs 1 : 400 ; longueurs 1 : 2 000.

La coupe de la tranchée du Jagersveld fourmille de données intéressantes, pour tout ce qui concerne les dépôts bruxelliens. On peut même dire que c'est la plus suggestive et peut-être la seule permettant de bien constater, en un même point, la succession des sables d'immersion et d'émersion, séparés par le facies calcareux de cet étage de l'Eocène moyen, beaucoup mieux développé chez nous que dans le bassin de Paris.

Au moment de l'excursion du 12 juin 1904, on ne voyait que les beaux sables blancs, siliceux, d'émersion, avec leurs grès rouges, ferrugineux, si constants à ce niveau, comme la sablière Tercoigne, au nord de Watermael, en avait déjà fourni un si remarquable exemple, et pour appuyer notre interprétation, nous avons dû invoquer la présence, à Boitsfort, du sable d'immersion, en un point situé au nord de la coupe et à un niveau inférieur à celui du sable siliceux, d'émersion, à grès rouges, ferrugineux.

Mais, depuis, comme nous suivions presque journellement les transformations que subissait la coupe, par suite de l'avancement des travaux, combien agréable n'a pas été notre surprise de constater la réapparition du Bruxellien, tel que le montre la coupe figure 4, à un niveau bien inférieur à celui des sables siliceux, à grès rouges, ferrugineux, et formant le plus bel exemple qui se puisse trouver du sable blanc, siliceux, d'immersion (*Bb*), surmonté du facies calcareux (*Bc*).

Avant de terminer ce qui est relatif au Bruxellien de Boitsfort, il nous faut encore nous arrêter à la sablière Verhaegen.

Celle-ci, située rue du Pinson, au bas de la Drève du Duc, déjà décrite en 1888 (*Bull. Acad.*, t. XVI, p. 264), et dont la coupe, relevée à nouveau le 21 juillet 1889, fut encore complétée le 20 août 1891, de façon à pouvoir être détaillée comme suit (fig. 5) :

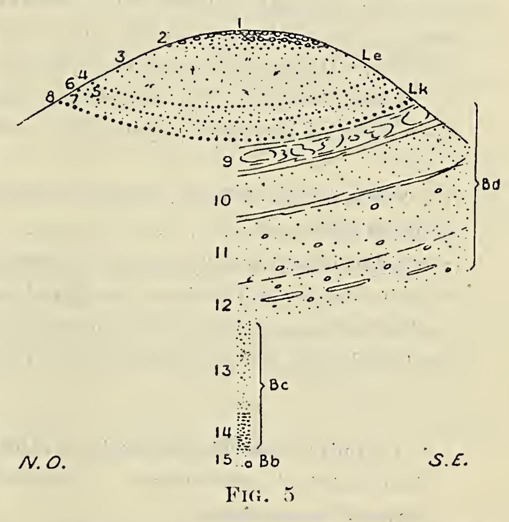


Fig. 5

Coupe de la sablière Verhaegen, à Boitsfort.

(Fig. 5)

			mètres
q1m	1. Cailloux roulés, moséens, formant, vers l'extrémité nord de la sablière, d'épais amas avec un peu de limon recouvert de terre végétale, variant en épaisseur de $0^{m}20$ à $0^{m}30$ et plus rarement jusqu'à		1.10
Le	2. Sable lédien, jaune, durci, ferrugineux et bigarré de grisâtre à la surface		1.10
	3. Sable fin, légèrement glauconifère, blanchâtre vers le haut et jaunâtre dans la masse, plus ou moins ferrugineux par places		3.50
	4. Gravier		0.10
	5. Sable jaune, graveleux		0.60
	6. Gravier avec grains de glauconie		0.10
Lk	7. Sable laekénien, d'un jaune sale, avec quelques grains de gravier, variant en épaisseur de $0^{m}90$ à		1.20
	8. Gravier avec grains laiteux		0.20
Bd	9. Sable bruxellien, siliceux, concrétionné, passant au grès ferrugineux.		
	9'. Lit ferrugineux, géodique, sous le gravier n° 8, dans le sable siliceux	0.50	
	9''. Sable siliceux, concrétionné, passant au grès ferrugineux à tubulations, formant un banc épais, presque continu, atteignant une épaisseur de plus de	1.00	
	9'''. Sable siliceux, $0^{m}35$, séparant le sable n° 10, d'un niveau de sable ferrugineux peu épais, $0^{m}25$	0.60	
			2.10
	10. Sable jaune, siliceux, séparé du sable n° 11 par un petit banc de grès rouge		2.50
	11. Sable jaune, siliceux, avec concrétions arrondies, séparé du sable n° 12 par un lit mince d'argilite brunâtre.		4.00
	12. Sable blanc, siliceux, avec concrétions arrondies et grès lustrés, dont un de $1^{m}20$ de long et recouvert d'*Ostrea cymbula* ; visible sur		2.00
			18.50

Un puits construit au bas de la sablière et qui a rencontré l'eau à $9^{m}60$ de profondeur, a traversé les couches suivantes, d'après les ouvriers :

Bc	13. Sable jaune verdâtre, décalcifié	environ	7.00
	14. Sable blanc, marneux.	environ	2.00
Bb	15. Sable rude ; eau		1.00
		Total :	28.50

C'est dans la sablière dont on vient de voir la coupe, que se trouvait, dans le Bruxellien, à plusieurs mètres sous le sable ferrugineux, une poche de sédiments d'apparence fluviale que M. le baron van Ertborn place à la cote 84, ce qui la ferait rentrer dans la couche n° 11 de la coupe figure 5, et qu'il décrit comme suit [1] : « La poche a environ 3 mètres et se trouve comblée par des sédi- » ments finement stratifiés, souvent obliquement, de sables de » diverses couleurs, de glaises vertes ou brunes, de matière ligni- » teuse, de glauconie. Au-dessus de ces dépôts de matières diverses, » se trouve une couche de sable emprunté au Bruxellien encaissant. » Nous en avons retiré une concrétion sableuse ayant la forme » d'une tuile faîtière. »

Cette poche, avec laquelle la lentille 9x de la figure 4 présente quelque analogie, pourrait fort bien être un dépôt fluvial d'âge moséen ou même tertiaire, comme cela paraît être le cas pour les « pochettes de sable graveleux stratifié, avec ossements et cailloux » roulés, présentant parfois une teinte gris sale toute particulière », qui ont été signalées en plein sable blanc, siliceux, bruxellien, de l'ossuaire d'Ixelles-lez-Bruxelles [2].

On remarquera que la coupe figure 5 présente, comme celle de la tranchée du Jagersveld, un magnifique exemple du sable d'émersion, ferrugineux (*Bd*), séparé par le facies calcareux (*Bc*), du sable d'immersion (*Bb*). La présence de ce dernier n'a été renseignée, il est vrai, que sur le dire de puisatiers, mais on a pu constater son existence, le 23 août 1879, au bas de la Drève du Duc, au n° 45, dans un déblai pratiqué pour la construction d'une serre, derrière la villa Parva, appartenant à M. Beernaert et occupée maintenant par son beau frère, l'auteur du présent mémoire.

C'était un beau sable blanc, avec grès lustrés arrondis, mis a découvert sur deux mètres de haut et identique à celui de la couche 12 de la figure 4, qui est sur son prolongement au Sud, de même que celui qui s'observait au Nord, dans la sablière de la rue des Trois-Tilleuls, dite sablière Devleeschouwer, qui a complète-

[1] O. VAN ERTBORN. Une poche de sédiments fluviaux dans le sable bruxellien. *Ann. Soc. r. malacol. de Belg.*, t. XXXIV, p. CXXXIV, 1899.

[2] M. MOURLON. Essai d'une monographie des dépôts marins et continentaux du Quaternaire moséen, le plus ancien de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV bis, p. 162, fig 4, couche 3x', 1900.

ment disparu aujourd'hui, et qui était située à 227 mètres au nord-ouest de la rue de la Villa et à 135 mètres de la rue du Four.

Le 15 août 1875, on observait, en effet, dans cette sablière, la coupe que voici :

Coupe de la sablière des Trois-Tilleuls.

		mètres
q3m	1. Limon hesbayen, pâle, stratifié, zoné de verdâtre. .	4.00
q1m	2. Idem, avec lignées de couches de cailloux moséens .	2.50
Bc	3. Sable bruxellien, jaunâtre ou d'un blanc sale, avec grès fistuleux friable, fossilifère (*Ostrea*)	4.00
Bb	4. Sable blanc, siliceux, exploité, avec de rares concrétions arrondies, parfois très volumineuses, de grès lustrés	3.00
	Total :	13.50

Un peu au nord de la coupe précédente, on pouvait voir bien distinctement, sur le talus oriental de la rue des Trois-Tilleuls élargie, la coupe relevée le 16 septembre 1887 et qui se trouve décrite et figurée dans le *Bulletin de l'Académie*, t. XVI, p. 265, 1888.

Enfin, à une centaine de mètres au NW. des Trois-Tilleuls, un puits a fourni la coupe suivante :

Coupe d'un puits au NW. des Trois-Tilleuls.

		mètres
q	1. Limon, terre à briques	5.60
	2. Idem, limité par deux niveaux de cailloux	0.40
Le	3. Sable lédien, fin, blanc et jaune	6.00
Lk?	4. Graviers lédien et laekénien, se confondant, dans un sable rude	0.25
Bd	5. Grès rouge	2.00
	6. Sable siliceux, rude.	6.00
Bc	7. Sable et grès calcarifères, dits *marne*, dont 1 mètre de sable doux à la partie supérieure	8.00
Bb	8. Sable siliceux, rude	2.50
	Total :	30.75

Il y a donc, ici encore, comme partout ailleurs, à Boisfort ainsi qu'à Watermael, à Ixelles, à Forest et à Uccle, deux zones de sable siliceux ou sable rude, séparées par une zone de sable et grès calcareux.

Origine et conséquences de la nouvelle échelle stratigraphique du Bruxellien.

Les modifications apportées, dans cette étude, à l'échelle stratigraphique du Bruxellien, résultent, en majeure partie, des travaux d'applications auxquels nous ont conduit, surtout dans ces dernières années, les innombrables exploitations de sables et de grès, tant pour la bâtisse que pour toutes sortes d'autres usages industriels, sans oublier la fabrication de pierres artificielles, installée dans la grande sablière près la station d'Uccle-Calevoet et pour l'exploitation de laquelle nous avons été appelé a faire toute une prospection à l'aide de nombreux sondages.

C'est une nouvelle preuve du bien fondé de cet aphorisme que nous énoncions naguère, à la séance du 15 mai 1900 de la Société belge de géologie (tome IV, pp. 128-135) en disant que « l'étude » des applications est le meilleur adjuvant du progrès scientifique » en géologie ».

Mais ce qui n'est pas moins intéressant, c'est de constater les conséquences qu'entraîne le résultat de ces travaux d'applications, pour les applications elles-mêmes.

Nous n'en citerons qu'un exemple, que nous sommes autorisé à faire connaître, c'est celui fourni par la prospection d'importantes propriétés appartenant à la famille des princes de Ligne, au hameau de St-Job, sur le territoire de la commune d'Uccle, et dont il s'agissait de déterminer la valeur, en tenant compte du sous-sol. Or, il se trouve que l'étude de ce dernier a donné au terrain une plus-value fort considérable, ce qui résulte précisément de ce que, tandis qu'un sondage pratiqué à la cote 83, au Vivier d'Oie, n'avait rencontré que des sables et grès calcarifères (*Bc*), de qualité fort médiocre, et analogues à ceux de la carrière exploitée à proximité, un autre sondage effectué à la cote 93, au haut de la butte dite Le Ham, qui s'élève un peu au sud des points précédents, a décelé l'existence, sous une épaisseur relativement faible de limons et cailloux pleistocènes, d'une masse importante de sable siliceux, devenant jaune-rougeâtre et ferrugineux à la partie supérieure et représentant bien incontestablement le niveau si important, sous le rapport industriel, de notre zone de sable siliceux supérieur (*Bd*).

Conclusions.

Il ressort donc à toute évidence de ce qui précède, que l'étude stratigraphique détaillée du Bruxellien, tant de la région faillée de Forest-Uccle, que de celles d'Ixelles et de Watermael-Boitsfort, met hors de doute que cet étage tertiaire de l'Eocène moyen, comprend, outre le gravier local de la base (*Ba*), deux zones de sable blanc, siliceux (*Bb* et *Bd*), séparées par une zone fort épaisse de sables calcareux à moëllons (*Bc*), le niveau supérieur (*Bd*) étant parfois aussi surmonté d'une zone calcareuse (*Bn*).

En appliquant à ces différentes zones du Bruxellien les notations d'un cycle sédimentaire complet, à l'instar de ce qui a été réalisé, pour l'assise inférieure de l'étage panisélien (*P1*) de l'Eocène inférieur, c'est plutôt pour renseigner la succession des différents niveaux du Bruxellien tels qu'ils sont maintenant bien établis, que pour assimiler complètement le mode de formation de chacun de ces niveaux à ceux portant la notation correspondante dans l'assise inférieure du Panisélien.

Il semble bien, en effet, que, tout au moins dans certains cas, comme celui que présente la coupe des sablières de l'avenue d'Huart, à Forest-est, la disproportion d'épaisseur des différentes zones bruxelliennes sur tout leur parcours, donnant aux zones calcaires une forme lenticulaire avec digitations, ne trouvera sa complète explication qu'en faisant intervenir certains phénomènes successifs d'altération, non encore suffisamment définis.

On voit aussi que, s'il était intéressant de montrer que le Bruxellien comprend une alternance, non encore renseignée, de zones siliceuses et calcareuses, de dix à douze mètres d'épaisseur chacune, il était de la plus haute importance, sous le rapport industriel, de savoir comment se présentent les zones exploitables et combien il importe de faire précéder leur mise en valeur, d'une étude stratigraphique attentive.

---

17 JANVIER 1906.

Table des matières.

MÉMOIRES.

BIBLIOGRAPHIE.

BIBLIOGRAPHIE

Un équivalent du forest-bed de Cromer en Hollande (1),

L'âge de l'argile de Tégelen et les espèces de cervidés qu'elle contient (2),

PAR

EUGÈNE DUBOIS (3).

La région moyenne du Limbourg hollandais est occupée par un plateau dont la partie occidentale s'élève brusquement d'une trentaine de mètres au-dessus de la vallée de la Meuse. Cette partie occidentale est recouverte d'un cailloutis d'origine fluviale, équivalant au Campinien de la rive gauche de la Meuse, tandis que le N. et l'E. du plateau supportent des cailloux d'origine glaciaire, mêlés au cailloutis campinien. Ce dernier contient partout des blocs erratiques de schiste, de quartzite revinien, de silex crétacé et de basalte, dont l'auteur attribue le transport à des glaces flottantes; sa partie inférieure, sableuse et sans cailloux, a une épaisseur variant de 2 mètres à Tégelen à 5 mètres à Belfeld.

Ce diluvium surmonte une masse d'argile exploitée, en de nombreux points, pour la fabrication des tuiles; cette argile, bien stratifiée, est sensiblement horizontale. Son sommet se trouve, à la bruyère de Jammerdaal, près de Tégelen, à l'altitude de 27 m au-dessus du niveau de la mer à Amsterdam; à l'est de Belfeld, sa

(1) On an equivalent of the Cromer forest-bed in the Netherlands. *Proceed. of the Meeting of Saturday September 24, 1904.* Over een equivalent van het Cromer forest-bed in Nederland. *Verslagen der Wis.-en Natuurk. Afd. Kon. Akad. van Wetenschappen.* Amsterdam, Deel XIII, 1905, pp. 243-251.

(2) *Archives Teyler*, sér. 2, t. IX, 4e partie.

(3) Notice présentée à la séance du 15 janvier 1905.

cote est de 35^{m}; à l'est de Reuver, elle est de 43^{m}; enfin à l'est de Swalmen, près de la douane allemande, elle est de $50^{m}.50$. L'épaisseur de cette argile est de 8 mètres à la bruyère de Jammerdaal, mais la partie supérieure seule est exploitée, ses deux mètres inférieurs étant trop sableux, et passant au sable sous-jacent.

M. Dubois a rencontré un tibia de *Rhinoceros* semblable à ceux du *R. etruscus* et du *R. Mercki* à 2 kilomètres au NW. de l'exploitation de Tégelen, dans une couche d'argile voisine de la Meuse et qu'il assimile à celle de cette dernière localité; mais ses principales trouvailles ont eu lieu dans l'exploitation de MM. Canoy, Herfkens et Smulders, dans la bruyère de Jammerdaal, à Tégelen, non loin de Venloo. Elles consistent en débris de mammifères :

Trogontherium Cuvieri, Owen,
Cervus dicranius, Nesti,
— *teguliensis*, *sp. n.*,
— *rhenanus*, *sp. n.*,
Hippopotamus amphibius, L.,
Equus Stenonis, Cocchi,
Rhinoceros etruscus, Falc.,

en restes de *Cistudo lutaria*, Marsili, d'une grenouille et de poissons, en mollusques d'eau douce :

Paludina, 2 *sp.*,
Planorbis sp.,
Helix hispida, L.,
— *arbustorum*, L.,
Limnæus sp.,
Pisidium, 2 *sp.*,
Unio sp.,

en graines et fruits de :

Viburnum sp.,
Prunus sp.,
Trapa natans ? L.,
Cornus mas, L.,
Vitis cf. vinifera, L.,
Staphylea pinnata, L.,
Juglans tephrodes, Ung.,
Pterocarya fraxinifolia, Spach,
Magnolia cf. kobus, D. C.,
Nuphar luteum, L.,
Stratiotes Websteri, Pot.,
Abies pectinata, D. C.,
Chara sp.,

enfin en bois de :

Glyptostrobus cf. heterophyllus, Endl.,
Sequoia cf. sempervirens? Endl.,
Pinus sp.,
Picea sp. ou *Larix sp.*,
et *Tilia sp.*

C'est là, d'après M. E. Dubois un ensemble d'animaux et de végétaux qui ne peut être que pré-glaciaire, dans le sens de pré-pleistocène. L'existence, dans l'argile de Tégelen, de *Equus Stenonis* et de trois espèces de daims du type *Axis*, la différencie

du dépôt sableux interglaciaire de Mosbach, et la rapproche du *Forest-bed* de Cromer, qui contient, en outre, comme elle, *Rhinoceros etruscus*, *Trogontherium Cuvieri* et *Hippopotamus amphibius major*.

L'auteur compare la flore de l'argile de Tégelen aux flores vivantes actuelles et aux flores pliocènes supérieures du midi de l'Europe et en conclut que cette flore indique un climat un peu plus chaud que celui du *Forest-bed*, ce qui n'implique pas son antériorité, car il faut remarquer que Tégelen est plus méridional que Cromer de deux degrés de latitude environ.

Il rappelle que l'on admet généralement que, à la fin de la période pliocène, l'Angleterre était réunie au continent et que le Rhin parcourait le pays récemment émergé, pour se jeter dans la mer du Nord vers l'est de la Grande-Bretagne; le *Forest-bed* de Cromer serait un dépôt de ce fleuve.

Au début de la période pleistocène, la cuvette dans laquelle se trouve le Pas-de-Calais s'approfondit à nouveau. Le régime des cours d'eau parcourant les Pays-Bas se modifia et c'est ainsi que prit naissance le dépôt de cailloutis campinien, succédant à la formation argileuse de Tégelen, dénotant une moindre vitesse du courant.

*
* *

Dans son second travail, le même savant annonce qu'il a suivi l'argile lacustre de Tégelen du Sud au Nord, depuis la Swalm jusqu'à quelques kilomètres au nord de Venloo, c'est-à-dire sur plus de quatre lieues,et de l'Ouest à l'Est, sur deux lieues et demie environ, en remontant la Swalm dans la Prusse rhénane. Sur la rive gauche de la Meuse, on la retrouverait dans les communes de Maasbree et de Baarlo et il serait hautement probable que l'argile de la Campine belge fait partie du même dépôt.

L'auteur fait ensuite remarquer que, dans le dépôt de Cromer, à côté de cinq espèces communes à cette formation et à l'argile de Tégelen et de quelques autres, parmi lesquelles *Elephas meridionalis*, il existe une grande majorité de formes modernes et pleistocènes, notamment :

Canis lupus,	*Mustela martes*,
— *vulpes*,	*Gulo luscus*,
Ursus spelæus,	*Lutra vulgaris*,

Bison bonasus,
Ovibos moschatus,
Capreolus caprea,
Cervus elaphus,
Sus scropha,
Equus caballus,
Arvicola arvalis,
Mus sylvaticus,
Castor fiber,
Talpa europæa,
Sorex vulgaris.

Mais il annonce que la grande majorité de ces formes modernes et pleistocènes provient de l'*Upper freshwater bed*, le dépôt supérieur du Cromérien, tandis que les vrais types pliocènes proviennent presque tous des divisions inférieures, l'*Estuarine bed* et le *Lower freshwater bed.* En présence de ces faits, il semble permis de douter de l'homogénité du dépôt de Cromer, dont la partie inférieure seule pourrait être rapportée au Pliocène, la supérieure étant pleistocène.

Dans cette manière de voir, l'argile de Tégelen serait l'équivalent du Cromérien inférieur seul, c'est-à-dire du *Lower freshwater bed*, et notre cailloutis campinien correspondrait à l'*Estuarine bed.*

Les différences observées dans les flores de Cromer et de Tégelen ne seraient pas seulement attribuables à la différence de latitude de ces deux localités, mais au fait que, alors que les végétaux de la seconde proviennent de la couche d'argile préglaciaire même, ceux que l'on a rencontrés à Cromer auraient été trouvés dans l'*Upper freshwater bed*, interglaciaire.

M. Dubois décrit ensuite avec soin et figure photographiquement les bois des trois espèces de cervidés qu'il a rencontrés dans l'argile du Limbourg hollandais.

* * *

Qu'il me soit permis de présenter quelques remarques personnelles au très remarquable travail de mon savant et sympathique collègue.

D'après lui, le cailloutis campinien serait le premier terme de la série quaternaire de notre pays. Il en résulterait que le *limon de la Hesbaye et des hauts plateaux* [1], antérieur, quoiqu'en pense certain auteur à la science duquel je rends le plus grand hommage,

[1] Il ne faut pas confondre le *limon de la Hesbaye et des hauts plateaux* avec le *limon hesbayen.*

au cailloutis campinien, serait ante-quaternaire, donc pliocène ; c'est là une conséquence fort inattendue et qui paraît due au manque d'accord entre les savants sur l'emplacement de la limite entre le Quaternaire et le Tertiaire. Y a-t-il même lieu d'établir une distinction entre ces deux termes, de composition si peu différente? C'est là ce que l'on est en droit de se demander.

Une seconde remarque s'impose encore. M. Dubois admet que les argiles de la Campine sont vraisemblablement l'équivalent de l'argile de Tégelen, en se basant sur la détermination qu'il a faite de bois de cervidés découverts dans les premières, comme *Cervus Falconeri*, espèce du Crag de Norwich anglais.

Or, d'après une communication déjà ancienne, ces bois de cervidés ont été *incisés à l'état frais par la main de l'homme.*

Il en résulterait donc que l'homme, considéré comme caractéristique du Quaternaire, verrait remonter son origine au Pliocène supérieur. Cette observation se rapporterait aux autres découvertes analogues faites en différents lieux, et la difficulté pourrait peut-être disparaître, si l'accord s'établissait sur la limite entre le Tertiaire et le Quaternaire, ou sur la suppression de ce dernier terme.

Enfin le terme *Cromérien*, s'adaptant à la fois à des couches pliocènes et à des strates quaternaires, devrait disparaître de la nomenclature géologique.

H. FORIR.

Les variations du degré géothermique au tunnel du Simplon,

PAR

A. Heim [1].

Un récent article de M. le professeur A. Heim, intitulé : *Ueber die geologische Voraussicht beim Simplon-Tunnel* [2], contient, au sujet des lois qui régissent la variation du degré géothermique, d'intéressants renseignements. Voici une traduction presque littérale de ce passage.

La seule étude régulièrement conduite de l'élévation de la température des roches sous un massif montagneux qui avait été faite jusqu'ici, était celle du tunnel du Gothard. C'est sur ces seules données qu'on avait pu baser une estimation des températures qui pourraient être atteintes au tunnel du Simplon. On avait ainsi calculé, en supposant des conditions de gisement identiques à celles du Gothard, que la température maximum serait de 39° ± 3°, soit au plus 42° C.

Il en a été autrement. Du kilomètre 4 au kilomètre 5 de l'attaque sud, la température a été de 10° à 20° C. plus basse que celle qu'on avait prévue; alors que du côté nord, elle a été, entre les kilomètres 6 et 10, de 10° à 12° supérieure aux prévisions, atteignant son maximum, 54° C., au kilomètre 8.5.

Alors qu'au Gothard, le degré géothermique avait été de 50 à 55 mètres, la profondeur étant calculée à partir des plus hauts sommets, il n'a été ici que de 30 à 38 mètres. L'accroissement de température est, cependant, encore inférieur à celui observé sous une plaine, 30 m., et sous une vallée, 20 m. pour 1° C.

M. Heim signale ensuite les causes de ces phénomènes. A son avis :

[1] Notice présentée à la séance du 19 mars 1905.

[2] *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, vol. VIII, n° 4, novembre 1904, pp. 365-384 et plus spécialement pp. 381-382.

1°) l'abaissement de température, dans la section du kilomètre 4 au kilomètre 5 du versant sud, résulte des sources froides qu'on y a recoupées. La température des roches s'est abaissée davantage encore à la suite de la circulation plus active des eaux. Au Gothard, les venues d'eau n'ont certes pas été, durant tout un temps, inférieures à celles-ci comme débit; mais elles étaient beaucoup plus divisées, de telle sorte que leur action sur la température des roches n'était pas aussi aisément reconnaissable;

2°) l'élévation de la température, dans la région comprise entre 6 et 12 km. au Nord, résulte de trois causes :

a) température de la surface du sol notablement supérieure à celle que les observations antérieures conduisaient à adopter; elle est cependant le point de départ pour l'accroissement en profondeur ;

b) perméabilité moindre des roches; terrains secs; absence d'infiltration d'eaux superficielles froides;

c) faible inclinaison des couches. L'étude analytique des températures observées au Simplon montre nettement que l'accroissement de la température avec la profondeur, toutes autres conditions étant identiques, est lent dans les dressants, rapide dans les terrains faiblement inclinés, donc que la chaleur interne du sol se diffuse plus aisément par les couches redressées ou que la conductibilité des roches est minimum suivant la perpendiculaire aux bancs, de telle sorte que, sous les couches faiblement inclinées, le sol reste plus chaud. C'est là une donnée nouvelle, dont nous sommes redevables au tunnel du Simplon. Dans les mêmes roches, gneiss et micaschistes [1], nous avons, dans les droits, sous des pics de 2 500 à 3 000 mètres, un accroissement de 1° par 50 mètres et dans les plateures par 36 mètres seulement. On n'avait jamais observé, précédemment, une différence de cette importance.

A. Renier.

(1) La plus récente coupe du massif du Simplon, est à ma connaissance, celle que M. le professeur Schardt, chargé des observations géologiques dans le tunnel, a publiée dans les *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, t. VIII, n° 2, planche 10.

TABLEAU SYSTÉMATIQUE DES MINÉRAUX

classés d'après leurs propriétés chimiques et cristallographiques,

PAR

P. GROTH [1].

Traduit de la quatrième édition allemande, par MM. JOUROWSKY et PEARCE [2].

Le tableau systématique de M. Groth, dont plusieurs éditions avaient déjà paru en Allemagne et que l'on vient, par une traduction, de mettre à la disposition des chimistes et minéralogistes français, est moins une classification des minéraux qu'une discussion de leur composition chimique. M. Groth s'efforce de déterminer les formules rationnelles des substances minérales; mais cette recherche est basée, non pas seulement sur leurs propriétés chimiques, mais encore sur leurs propriétés cristallographiques et les résultats auxquels l'illustre savant est parvenu, montrent l'importance du champ de recherches qu'il a ouvert à tous ceux qui s'occupent de minéralogie et de chimie.

M. Groth s'appuie, dans sa classification, sur les faits suivants :

1°) Les *compositions centésimales* des minéraux, telles que les indiquent les analyses les plus autorisées.

2°) *L'isomérie*. Les propriétés varient, en effet, parfois, sans que la composition centésimale à laquelle conduit l'analyse chimique change d'une espèce à l'autre. Par exemple, l'andalousite et le disthène ont la même formule, $Al^2\,Si\,O^5$, et cependant, l'andalousite s'altère et se transforme très facilement en mica, tandis que le disthène peut être considéré comme très stable.

(1) Notice présentée à la séance du 16 avril 1905.

(2) Genève, imprimerie Taponnier et Soldini, 1904.

3°) La *morphotropie*, propriété par laquelle deux minéraux, dont les compositions chimiques montrent certaines relations, présentent aussi des analogies très remarquables dans leurs formes cristallines. Exemple : la substitution du baryum et du strontium à l'hydrogène de l'acide sulfurique donne deux minéraux, la barytine et la célestine, dont les formes cristallines et les propriétés chimiques peuvent être parfaitement rapprochées, sans cependant pouvoir être identifiées.

4°) L'*isomorphisme*, propriété par laquelle des corps, de composition analogue, cristallisent dans le même système et possèdent, en outre, la propriété de se mélanger en proportions variables pour former des cristaux homogènes. Exemple : dans la tétraédrite, $Sb^2 S^7 Cu^4$, l'antimoine étant remplacé par l'arsenic, on obtient la tennantite, $As^2 S^7 Cu^4$; le cuivre peut, de son côté, être remplacé par le fer, le mercure, le zinc et tous ces corps cristallisent dans le groupe tétraédrique du système cubique.

5°) Le *polymorphisme*, propriété par laquelle un grand nombre de corps peuvent cristalliser sous deux ou plusieurs états, doués de propriétés cristallographiques et physiques différentes. L'anhydride titanique, $Ti O^2$, par exemple, se présente sous les trois états bien connus de rutile, anatase et brookite.

6°) L'*isodimorphisme*, propriété par laquelle des corps peuvent présenter un dimorphisme tel, que des modifications correspondantes soient isomorphes; d'où il résulte deux séries isomorphes, dont les espèces sont respectivement dimorphes. Exemple : si, dans la pyrite et la marcasite, $Fe S^2$, corps dimorphes, nous remplaçons un atome de soufre par de l'arsenic et une partie du fer par le cobalt, nous obtenons la cobaltine et le glaucodot, (Co, Fe) SAs, corps également dimorphes, mais respectivement isomorphes aux précédents.

***

La classification adoptée se rapproche, dans ses grandes lignes, de celle de Dana, et elle devait s'en rapprocher, puisque cette dernière est basée, mais exclusivement basée, sur la composition chimique. Elle s'en écarte cependant très souvent dans les détails, par exemple lorsqu'elle place le zircon parmi les anhydrides, à côté du rutile.

Je ne donnerai pas le tableau de la classification de M. Groth. Je me bornerai à montrer quelques uns des résultats auxquels l'auteur est parvenu et qui suffiront à prouver l'intérêt de ses belles recherches.



Le sulfure de zinc se présente sous deux variétés, la blende, cubique tétraédrique et la wurtzite, rhomboédrique. Ces variétés constituent les types de deux séries isodimorphes ; or, dans la série du type wurtzite, on rencontre des éléments trivalents, tels que l'arsenic, qui font défaut dans la série du type blende. La formule générale, dans cette dernière série, sera donc : $\begin{matrix} R \diagdown \\ R \diagup \end{matrix} S$, pouvant donner : $\begin{matrix} Zn \diagdown \\ Zn \diagup \end{matrix} S$ dans la blende et : $\begin{matrix} Fe \diagdown \\ Ni \diagup \end{matrix} S$ dans la pentlandite, et excluant tout élément trivalent ; la formule générale de la série wurtzite sera au contraire : $S \begin{matrix} \diagup R \diagdown \\ \diagdown R \diagup \end{matrix} S$, pouvant donner : $S \begin{matrix} \diagup Zn \diagdown \\ \diagdown Zn \diagup \end{matrix} S$ dans la wurtzite et : $As \begin{matrix} \diagup Ni \diagdown \\ \hline \diagdown Ni \diagup \end{matrix} As$ dans la nickéline. En d'autres termes, les formules des deux types doivent s'écrire :

$$\text{Blende} = Zn\,S$$
$$\text{Wurtzite} = (Zn\,S)^2.$$

La formule du zircon devra être considérée comme une combinaison d'une molécule de $Zr\,O^2$ avec une molécule de $Si\,O^2$ et aura la constitution suivante :

$$Zr < \begin{matrix} \diagup O \diagdown \\ O \\ O \\ \diagdown O \diagup \end{matrix} > Si$$

En effet, le remplacement de Zr par Th donnera la thorite, $Th\,Si\,O^4$, tandis que, dans le rutile, la cassitérite, la polyanite et la plattnérite, Zr et Si sont remplacés par les éléments tétravalents Ti, Sn, Mn, Pb. Tous ces corps cristallisent en effet dans le système quadratique, avec des paramètres cristallographiques à peu près semblables. Leur formule générale est donc :

$$(RO^2)^2.$$

Peut-être la formule de l'anatase sera-t-elle au contraire $O = Ti \begin{matrix} \diagup O \diagdown \\ \diagdown O \diagup \end{matrix} Ti = O$, tandis que celle de la brookite sera simplement $O = Ti = O$.

L'introduction à la classification des silicates (zirconates, titanates, stannates) forme, dans l'ouvrage de M. Groth, un chapitre des plus importants et que ce savant, dont les belles études sur la chimie des silicates sont bien connues, se devait à lui même de soigner plus spécialement.

La distinction sur laquelle repose cette classification est celle des différents acides que l'on peut dériver de l'acide orthosilicique, $Si(OH)^4$. M. Groth divise les silicates anhydres en cinq grands groupes et les silicates hydratés en trois groupes. Mais il peut se présenter ce fait que la formule d'un de ces minéraux puisse être déduite aussi bien de l'un que de l'autre acide et l'exemple suivant, bien caractéristique, montrera comment la question peut alors être résolue.

L'andalousite et le disthène ont pour formule chimique Al^2SiO^5. Si nous rapportons ce sel à l'acide métasilicique, nous serons amenés à lui attribuer l'une des deux structures suivantes :

$$\begin{array}{ccl} & & O - Al = O \\ & \diagup & \\ O = Si & & \\ & \diagdown & \\ & & O - Al = O \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{ccl} & & O - Al \\ & \diagup & \quad\;\; | \;\; | \\ O = Si & & \quad\;\; O\,O \\ & \diagdown & \quad\;\; | \;\; | \\ & & O - Al \end{array}$$

Si nous le dérivons, au contraire, de l'acide orthosilicique, sa constitution sera représentée par

$$O = Al - O - Si \begin{array}{c} \diagup O \diagdown \\ - O - \\ \diagdown O \diagup \end{array} Al$$

Or l'andalousite, par la substitution de K et de H aux groupes AlO, se transforme facilement en mica et l'on sait, d'autre part, que, des deux silicates d'un même métal, c'est l'orthosilicate qui est le moins stable. La dernière structure est donc celle de l'andalousite, dont la formule s'écrira : $Al.SiO^4.AlO$, tandis que celle du disthène sera : $SiO^3.(AlO)^2$. Remarquons en plus que, dans ce dernier minéral, le silicium n'est lié aux bases que par deux valences, tandis que, dans l'andalousite, il leur est lié par quatre valences ; il s'ensuit que l'on devra extraire, par l'acide fluorhydrique, plus d'acide silicique du disthène que de l'andalousite, ce qui est d'accord avec l'expérience.

Si nous observons maintenant que la topaze, comme l'andalousite, subit une facile transformation en mica, et que ces deux

minéraux ont des formes cristallines complètement analogues, nous serons amenés, avec M. Groth, à adopter, pour la topaze, la constitution :

```
                                     ⁄ O ＼
2 (Fl. OH) = Al — O — Si — O — Al
                                     ＼ O ⁄
```

Comme dernier exemple, considérons la sodalite, $Al^3Na^3Si^3O^{12} + NaCl$ et la noséane $Al^3Na^3Si^3O^{12} + Na^2SO^4$ dont les cristaux rhombododécaédriques sont comparables à ceux des grenats. Comme ces deux sels sont indécomposables par l'eau en un silicate et un sel soluble, il faut bien admettre que Cl et SO^4 sont liés à l'aluminium, ce qui, vu leur parenté avec les grenats, amène à attribuer à ces minéraux les constitutions suivantes :

Grossulaire :

```
  Si      Si      Si
/ | | \ / | | \ / | | \
O O O O O O O O O O O O
\ / \ | / \ / \ | / \ /
 Ca   Al   Ca   Al   Ca
```

Sodalite :

```
  Si      Si      Si
/ | | \ / | | \ / | | \
O O O O O O O O O O O O
| | \ | / \ / \ | / | |
Na Na Al    Al    Al Na Na
            |
            Cl
```

Noséane :

```
  Si      Si      Si
/ | | \ / | | \ / | | \
O O O O O O O O O O O O
| | \ | / \ / \ | / | |
Na Na Al    Al    Al Na Na
            |
          Na SO⁴
```

* * *

Les exemples précédents suffisent, je pense, à prouver l'originalité de l'ouvrage du savant professeur de Munich. Sans doute, M. Groth s'est souvent laissé entraîner à des rapprochements qui pourront paraître bien hardis et aussi, dans bien des cas, même parmi les minéraux les plus étudiés, comme les feldspaths, il ne



me semble pas qu'il ait réussi à établir leur structure. Mais cela même, que l'auteur ne s'est pas laissé arrêter par les hypothèses, constitue peut-être une des principales valeurs de l'ouvrage. M. Groth ne se fait, d'ailleurs, aucune illusion sur les changements qui devront certes être apportés à ses formules de constitution ; mais, n'eût-il eu que ce mérite « d'attirer », comme le dit M. L. Duparc, dans sa préface, « l'attention des travailleurs sur un chapitre à peine effleuré de la minéralogie expérimentale », que l'on devrait encore le remercier d'avoir publié ce résultat de ses études.

H. Buttgenbach.

Cottessen
138
174
Cp2b,a
Cp1
H
ue. Échelles {des hauteurs : 1:5 000
des longueurs : 1:20 0

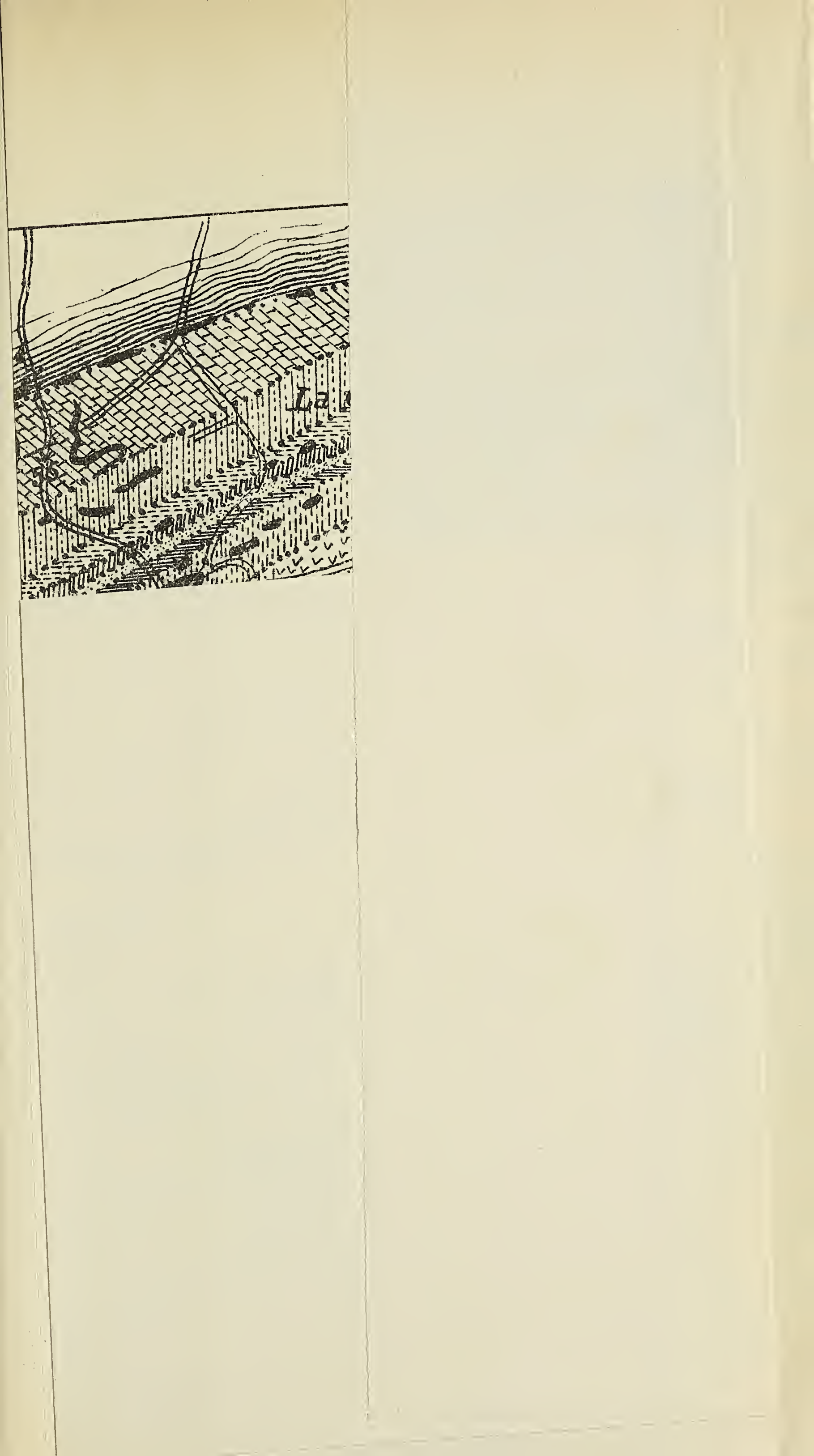


Fig. 3. Coupe transversale de la vallée de la Geule, à la frontière de Hollande et de Belgique. Échelles { des hauteurs : 1 : 5 000. des longueurs : 1 : 20 000.

Fig. 4. Schéma figurant la variation de l'inclinaison de la base des assises sénoniennes aux deux lèvres de la faille de la Geule. Echelles { des hauteurs : 1 : 2 000. des longueurs : 1 : 20 000.

Fig. 5. Schéma figurant la variation de l'inclinaison de la base des assises sénoniennes aux deux lèvres de la faille de Vijlen. Echelles { des hauteurs : 1 : 2 000. des longueurs : 1 : 20 000.

Fig. 6. Coupe de Cottessen à Vaals. Echelles { des hauteurs : 1 : 5 000. des longueurs : 1 : 20 000.



LEGENDE
Alluvions modernes
Houiller
Calc. carb. supér.
Calc. carb. inf. dolom.
Famennien
Supérieur
Macign. & grès
Ass. d'Esneux
Schiste du fam. infr.
Calc du dévonien moyen
Coblencien schisteux
Coblencien gréseux
Gedinnien avec pouding. à la base
Silurien
Affleurements
Failles
Prolongts supposés des failles
Échelle de 1/20 000
Tincelle
Stockay
Bois
Vivegnis
La Mallieue
Grande Ile
Chaumont
Hermalle
sous-Huy
Bas
Bois
La Croix
Liège
Basse Awirs
Namur
FLEUVE
Faille d'Ivoz
Ramet
Ramoulle
Engis
LA MEUSE
Engihoul
Chant des Oiseaux
Huy
Route de
Les Rom
Pawiomont
Sart-le-Diable
Fontne des Benits Saints
Plainevaux
Bois
de Haledet
Aux Granges
Marteau
Ste Barbe
Bois
Jacob
Bois
Madame
Bois
del Troque
Aux Fontaines
Haponry
Aux Houx

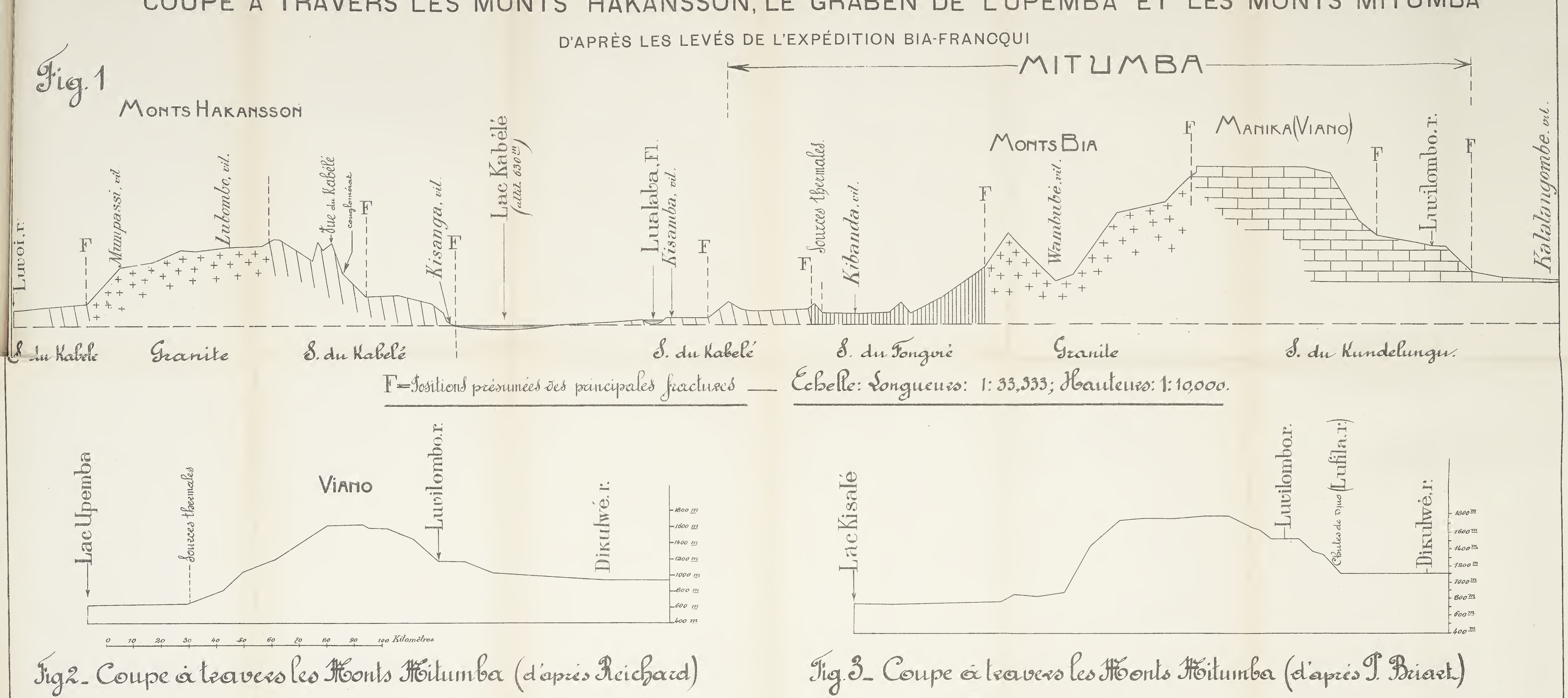


Fig 2 – Coupe à travers les Monts Mitumba (d'après Reichard)

Fig. 3 – Coupe à travers les Monts Mitumba (d'après J. Briart)

carb



Coupe du terrain carbonifère à Landelies



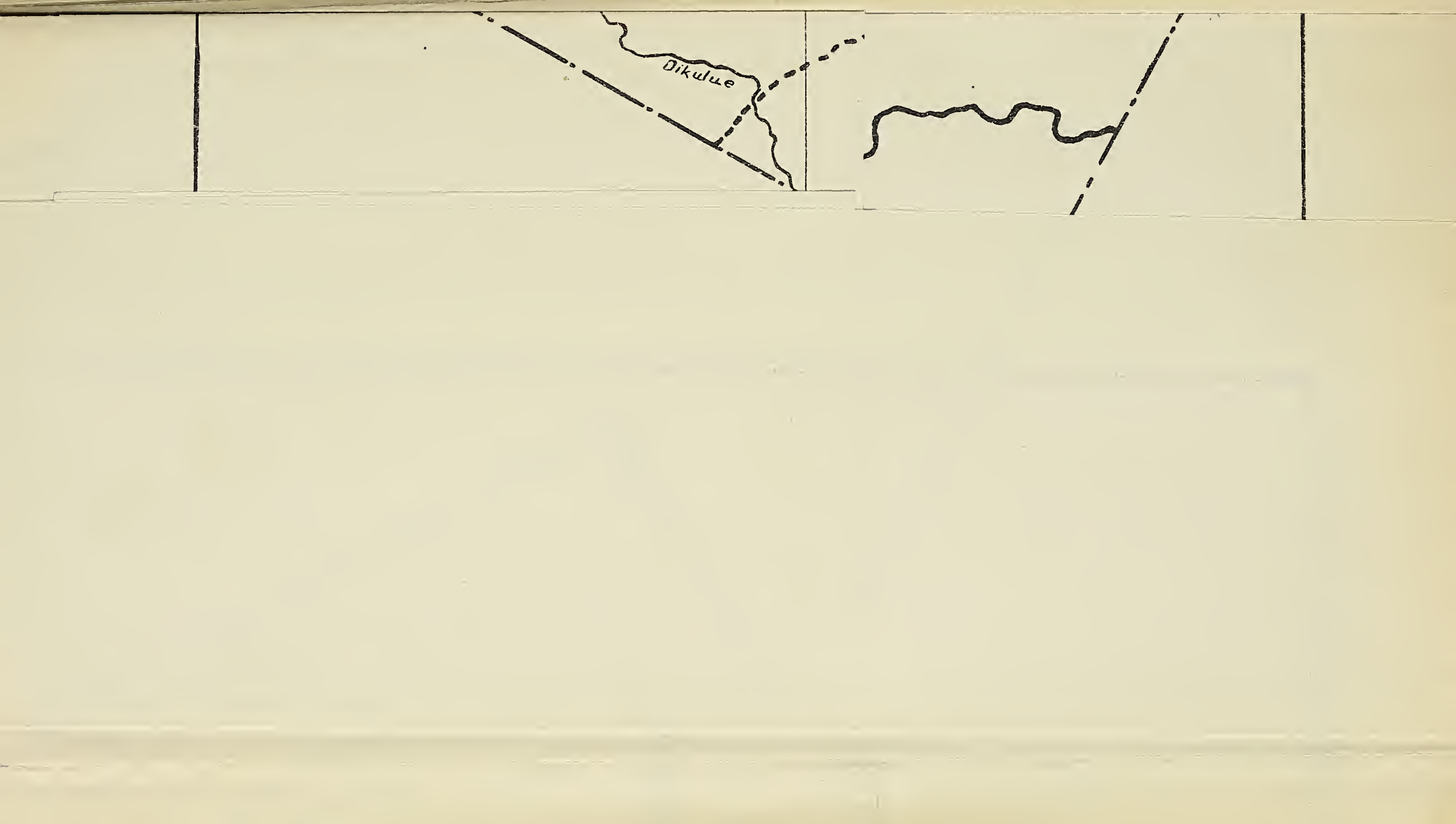
Fig. 4. Plan.

Fa V1y (dolomie) V2a V2b V2ca (brèche) V2c V2cx (brèche) V2c V2cx (brèche) V2c H1

Escarpements de la rive gauche de la Sambre — Tranchée du chemin de fer du Nord — Lacune — Carrière de Monceau-sur-Sambre

Fig. 5. Coupe AB, CD, EF, GH, IJ, KL.

Echelle approximative de 1 : 3 200.


Dikulue

ESQUISSE

DE LA

RÉGION DU GRABEN DE L'UPEMBA

D'APRÈS

LA CARTE DU KATANGA

PAR

H. DROGMANS

1903

L. Kabamba
Lac Niangi
Lovoi
Kalumengongo
HAKANSSON
MONTS
Lac Kisale
Kayumba
Lac Upemba
Pic Kambulula
Kibanga
Bena Ponde
Lac Kabele
Kisambi
Lac Kabue
Lubudi
Lualaba
L. Kajibajiba
Rap. de Kalengwe
Tshivanda
Wambube
M^ts BIA
Kalulue ou Bakiboie
Kalula
Manika
Kalala Combe
Chutes Kalala Mulumba
Lufira
Lufwa
Dikuluwe
8°
9°
10°
27°
28°

ECHELLE: $\frac{1}{1000000}$

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE,

depuis la séance du 20 novembre 1904 jusqu'à celle du 16 juillet 1905.

DONS D'AUTEURS

J.-C. Branner. — The Pororóca, or bore of the Amazon. *Science*, november 28, 1884. Boston, 1885.

— Glaciation of the Wyoming and Lackawanna valleys. *Amer. philos. Soc.*, 1886.

— The training of a geologist. *Indiana Acad. of Sciences.* Indianapolis, 1889.

— The cement-materials of south-west Arkansas. *Amer. Instit. of mining Engineers*, Chicago meeting, 1897.

— Bacteria and the decomposition of rocks. *Amer. Journal of Science*, vol. III, 1897.

— The former extension of the appalachians across Missisipi, Louisiana and Texas. *Ibid.*, vol. IV, 1898.

— Ants as geologic agents in the tropics. *Journal of Geology*, vol VIII, n° 2. Chicago, 1900.

— The oil-bearing shales of the coast of Brazil. *Amer. Inst. of mining Engineers*, Canadian meeting, 1900.

— The zinc- and lead-ore deposits of North-Arkansas. *Ibid.*, Mexican meeting, 1901.

— Geology of the north-east coast of Brazil. *Bull. of the Geol. Soc. of America*, vol. XIII, pp. 41-98. Rochester, 1902.

— The palm trees of Brazil. *Popular Science Monthly*, mars 1902.

J.-C. Branner. — A topographic feature of the hanging valleys of the Yosemite. *Journal of Geology*, vol. XI, n° 6. Chicago, 1903.

— Is the peak of Fernando-de-Noronha a volcanic plug like that of Mont-Pelé? *Amer. Journal of Science*, vol. XVI, 1903.

— Note on the geology of the Hawaiian Islands. *Ibid.*, vol. XVI, 1903.

— A bibliography of the geology, mineralogy and paleontology of Brazil. *Archivos do Mus. nacion. do Rio-de-Janeiro*, vol. XII. Rio-de-Janeiro, 1903.

J.-C. Branner and *C.-E. Gilman.* — The stone reef at the mouth of Rio-Grande-do-Norte, Brazil. *American Geologist*, vol. XXIV, 1899.

J.-C. Branner and *J.-F. Newson.* Syllabus of a course of lectures on economic geology, 2d edition, 1900.

V. Brien. — Note sur un fait intéressant au point de vue de l'origine de la dolomie. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

H. Bücking. — Beiträge zur Geologie von Celebes (Nachtrag). *Sammlungen d. Geol. Reichs-Museum in Leiden*, Ser. 1, Bd. VII. Leiden, 1904.

— Zur Geologie des nordöstlichen indischen Archipels. *Ibid.*, Ser. 1, Bd. VII. Leiden, 1904.

— Zur Geologie von Nord-und Ost-Sumatra. *Ibid.*, Ser. 1, Bd. VIII. Leiden, 1904.

H. Buttgenbach. — Les gisements de cuivre du Katanga. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Quelques mots sur les cheminées diamantifères de Kimberley. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1903-1904.

— Quelques observations sur les champs diamantifères de Kimberley. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1904.

— Les dépôts aurifères du Katanga. *Bull. Soc. belge de géol.*, etc., t. XVIII. Bruxelles, 1904.

J. Cornet. — La Meuse ardennaise. *Ibid.*, t. XVIII. Bruxelles, 1904.

— Les collines des Flandres. *Ibid.*, t. XVIII. Bruxelles, 1904.

J. Cornet. — Le Victoria-Nyanza est-il un « Relikten-See » ? *Mouvement géographique* des 7 et 14 février 1904. Bruxelles, 1904.

— L'orientation des vallées dans le bassin de l'Escaut. *Bull. Soc. roy. belge de géographie.* Bruxelles, 1904.

— Etude sur l'évolution des rivières belges. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

R. d'Andrimont. — Notes sur les conditions hydrologiques de la Campine. *Rev. univ. des mines*, 4e sér., t. IX. Liége, 1905.

L. de Dorlodot. — Découverte de disthène dans un caillou roulé de quartzite révinien provenant de la plaine des Aguesses, à Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

G. Dewalque. — Une collection de marbres exploités aux Pays-Bas vers le milieu du dix-huitième siècle. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Catalogue des météorites conservées dans les collections belges. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

— Un précurseur oublié, inconnu aux chercheurs de houille dans le Limbourg. *Ibid.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

P. Fliche et *R. Zeiller.* — Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. IV. Paris, 1904.

P. Fourmarier. — Découverte de *Sigillaria camptotænia*, Wood, et de *S. reticulata*, Lesquerreux, dans le terrain houiller de Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Le bord méridional du bassin houiller de Liége. Excursion de Dison à Verviers, Pepinster et Spa. *Congrès intern. des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées. Section de géologie appliquée.* Liége, 1905.

G. Fournier. — Le trou Félix à Falmignoul. *C.R. du Congrès d'archéologie et d'histoire.* Dinant, 1903.

J. Fraipont. — Echinodermes du marbre noir de Dinant (Viséen inférieur, *V1a*). *Mém. in 4° Soc. géol. de Belg.*, t. II. Liége, 1904.

G. Friedel. — Etude sur les groupements cristallins. *Bull. Soc. de l'industrie minérale*, 4e série, tt. III et IV. St-Etienne, 1904.

— Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire. *Bull. Soc. franç. de minéralogie.* Paris, 1905.

Alb. Gaudry. – Fossiles de Patagonie. Dentition de quelques mammifères. *Mém. Soc. géol. de France*, t. XII, fasc. 1. Paris, 1904.

G.-K. Gilbert. – Plans for obtaining subterranean temperatures. *Year-Book of the Carnegie Institution of Washington*, n° 3. Washington, 1905.

M. Grand'Eury. — Sur les graines de névroptéridées. *C.R. des séances de l'Acad. des sciences*, t. CXXXIX, p. 23. Paris, 1904.

— Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti*, Schlot. *C. R. Acad. des Sciences*, t. CXL. Paris, 1905.

— Sur les *Rhabdocarpus*, les graines et l'évolution des cordaitées. *Ibid.*, t. CXL. Paris, 1905.

J. Gosselet. – Un cas de déphosphatisation naturelle de la craie phosphatée. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXI. Lille, 1902.

— Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France, région de Douai. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Les nappes aquifères de la craie au sud de Lille. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Coupe du canal de dérivation autour de Douai. Superposition de vallées actuelles à des vallons de la surface crayeuse. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France. Fasc. I, région de Douai. *Ministère des Travaux publics. Etude des gîtes minéraux de la France.* Paris, 1904.

— L'alimentation en eau de la ville de Lille. Lille, 1904.

Ach. Grégoire. — Le service agrologique de la station agronomique de Möckern. Bruxelles, 1904.

— Le musée de l'école royale d'agriculture de Berlin. Bruxelles, 1904.

A. Handlirsch. — Les insectes houillers de la Belgique. *Mém. du Mus. r. d'hist. nat. de Belg.*, t. III. Bruxelles, 1904.

Em. Harzé. — Cimentation des terrains aquifères fissurés ou meubles, en vue du fonçage des puits de mine. *Rev. univ. des mines*, 4e sér., t. X. Liége, 1905.

— Le bassin houiller du nord de la Belgique en 1905. Historique, situation, nouvelles reconnaissances en vue à entreprendre par l'Etat. Bruxelles, 1905.

H. Hoefer. — Les conditions calorifiques des terrains à combustibles. *Rev. univ. des mines*, 4e série, t. VI, p. 159. Liége, 1904.

Ernst Kittl (G. Dewalque). — Mittheilungen der Section für Naturkunde des œsterreichischen Tomisten Club, I. Jahrgang. Vienne, 1889.

Fr. Kraentzel. — Le bassin du Geer. Etudes de géographie physique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

J. Lacomble et F. Schoofs. — Contribution à l'étude de quelques petites sources alimentant un affluent du Geer dans le sud de la province de Limbourg. *Ibid.*, t. XXXII, *Mém.* Liége, 1905.

M. Leriche. — Le *Pteraspis* de Liévin (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du nord de la France. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Note préliminaire sur une faune d'ostracodermes récemment découverte à Pernes (Pas-de-Calais). *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— L'Eocène des environs de Trelon (Nord). *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur les relations des mers des bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

— Sur un pholade (*Martesia Heberti*, Deshayes) du tuffeau landénien (Thanétien) du nord de la France. *Ibid.*, t. XXXII. Lille, 1903.

M. Leriche. — Le Lutétien de l'Avesnois. Sur un fossile nouveau (*Tortisipho Huftieri*) du Lutétien de l'Avesnois. *Ibid.*, t. XXXIII. Lille, 1904.

— Observations sur la géologie de l'île de Wight. *Ibid.*, t. XXXIV. Lille, 1905.

— Sur l'âge des sables à unios et térédines des environs d'Epernay et sur la signification du terme sparnacien. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t. IV. Paris, 1904.

— Les poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, t. II. Bruxelles, 1902.

— Les poissons du Paléocène belge. *C. R. des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1903.

— Sur l'existence d'une communication directe entre les bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *Ibid.* Paris, 1903.

G. Lespineux. — Observations sur les cascades de la vallée du Hoyoux. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Mine de withérite de Settlingstone (Northumberland). *Ibid.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1905.

M. Lohest. — Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Notices géologiques. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

M. Lohest et *H. Forir.* — Les cascades de Barse et le tuf du Hoyoux. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

C. Malaise et *G. Lespineux.* — Découverte de graptolithes à Neuville-sur-Meuse. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

Ch. Mayer (G. Dewalque). — Classification méthodique des terrains de sédiment. Zurich, 1874.

M. Mourlon. — A propos du gisement de mammouth de Meerdegat (Alken), près de Hasselt. *Bull. Acad. roy. de Belg., Cl. des sciences*, n° 11. Bruxelles, 1904.

— Compte rendu de l'excursion géologique aux environs de Bruxelles, à Ketelberg, Etterbeek, Watermael, Boitsfort, Stockée et Tervueren, le dimanche 12 juin 1904. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIX, *Mém.* Bruxelles, 1905.

E. Mattirolo. — Schiarimenti sulla carta geo-litologica delle Valli di Lanzo. *Public. della sezione di Torino del Club alpino italiano.* Turin, 1904.

H. Potonié (*A. Renier*). — Une formation récente de boues organiques du type des cannel-coals. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1904-1905.

W. Prinz. — Sur la monazite et le xénotime de Nil-Saint-Vincent (Brabant). *Bull. Acad. roy. de Belg.. Cl. des sciences* n° 3. Bruxelles, 1904.

P. Questienne. — Note sur un puits creusé à Landen en vue de l'établissement d'une distribution d'eau. — Note sur une galerie de captage d'eau potable creusée à Villers-aux-Tours à travers les bancs redressés du Dévonien supérieur. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

P. Salvetat. — Analyse chimique de l'eau minérale de Sentem (Ariège). Toulouse, 1904.

G. Simoens. — Réponse aux critiques formulées par M. Emm. de Margerie au sujet de la *Bibliographia geologica.* Bruxelles, 1904.

J. Smeysters. — Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Découverte de filons de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Note sur les troncs d'arbres fossiles découverts dans les travaux souterrains du charbonnage de Monceau-Bayemont, à Marchienne-au-Pont. *Ann. des mines de Belg.*, t. X. Bruxelles, 1905.

Fr. Toula. — Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung der Balkanhalbinsel und des Orients. *C.R. IXe Congrès géol. internat. de Vienne.* Wien, 1903.

— Über eine neue Krabbe (*Cancer Bittneri, n. sp.*) aus dem miocänen Sandsteine von Kalksburg bei Wien. *Jahrbuch der K. k. geolog. Reichsanstalt*, Bd. LIV, Ht. 1. Wien, 1903.

Fr. Toula. — Geologische Beobachtungen auf einer Reise in die Gegend von Silistria ùnd in die Dobrudscha im Jahre 1892. *Ibid.*, Bd. LIV, Ht. 1. Wien, 1904.

O. van Ertborn. — A propos de la carte géologique de la province d'Anvers et de la partie du Limbourg située au nord du Démer. *Bull. Soc. belge de géol.* t. XVII. Bruxelles, 1903.

G. Velge. — Le Forest-bed et les lignites du Rhin dans la Campine. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXII, *Bull.* Liége, 1905.

Em. Verstraete. — Analyse, synthèse et application rationnelle de pélagonomie dynamique. — Amélioration de l'Escaut maritime. Bruxelles, 1904.

A. von Koenen. — Ueber die untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden. *Abhandl. der K. Ges. der Wissenschaften zu Göttingen. Mathem.-phys.-Klasse*; neue Folge, Bd. III, n° 2. Berlin, 1904.

— Ueber Wirkungen des Gebirgsdruckes im Untergrunde in tiefen Salzbergwerken. *Nachr. d. K. Gesells. der Wissenchaften zu Göttingen. Math.-physik. Klasse*, Ht. 1, 1905. Göttingen, 1905.

R. Zeiller. — Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe et Moselle). *C. R. Acad. des Sciences*, t. CXL. Paris, 1905.

— Sur quelques empreintes végétales de la formation charbonneuse supracétacée des Balkans. *Ann. des Mines.* Paris, 1905.

*** Inauguration du monument François Crépin. *Courrier de Rochefort et de Beauraing*, dimanche 31 juillet 1904.

ÉCHANGES.

Europe

Belgique.

Anvers. Société royale de géographie. *Bulletin*, t. XXVIII, fasc. 2-4, 1904, t. XXIX, fasc. 1, 1905.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Bulletin*, sér. 3, nos 5-12, 1904 ; nos 1-4, 1905, *Mémoires* in-8°, nlle sér. t. I, 1905. *Mémoires* in-4°, t. LXIII, fasc. 1-2, 1905. *Annuaire*, 1905.

— *Annales des mines de Belgique*, t. IX. fasc. 2-3, 1904 ; t. X, fasc. 1-2, 1905.

— *Annales du Musée du Congo*, série 3, t. III, fasc. 1, 1905.

— Association des ingénieurs sortis de l'École polytechnique. *Bulletin*, nos 3-4, 1904.

— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. *Bulletin*, t. XVII, fasc. 5-6, 1903 ; t. XVIII, 1904 ; t. XIX, fasc. 1-2, 1905.

— Société d'archéologie de Bruxelles. *Annales*, t. XVIII, fasc. 3-4, 1904 ; t. XIX, fasc. 1-2, 1905. *Annuaire*, t. XVI, 1905.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an. XXVIII, fasc. 2-6, 1904 ; an. XXIX, fasc. 1-2, 1905.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, 1904, 1905. *Bulletin*, vol. XXI, 1903.

— Société royale zoologique et malacologique de Belgique. *Annales*, t. XXXIX, 1904.

— Société scientifique. *Annales*, 1903-1904, fasc. 3-4 ; 1904-1905, fasc. 1-2. *Revue des questions scientifiques*, sér. 3, t. VII, 1905.

Charleroi. Société paléontologique et archéologique. *Documents et rapports*, t. XXVII, 1904.

Gand. Association des ingénieurs sortis des Écoles spéciales. *Annales*, série 3, t. III, fasc. 1-3, 1904.

Liége. Association des ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége. *Bulletin*, série, 2, t. XXVIII, fasc. 4-5, 1904; t. XXIX, fasc. 1-2, 1905. *Annuaire*, sér. 5, t. XVII, n°s 3-4, 1904; t. XVIII, n° 1, 1905.

Mons. Société des ingénieurs sortis de l'Ecole spéciale d'industrie et des mines du Hainaut. *Publications*, série 3, t. XIII, fasc. 4, 1903-1904; t. XIV, fasc. 1, 1904-1905. *Bulletin*, n° 2, 1903-1904; n° 1, 1904-1905.

— Société des sciences, arts et lettres du Hainaut. *Mémoires et publications*, série 6, t. VI, 1904.

Allemagne.

Augsbourg. Naturhistorischer Verein. *Jahresbericht*, 1903.

Berlin. Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, Bd. LV, Ht. 4, 1903; Bd. LVI, Hte. 1-3, 6, 1904.

— K. preussische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, N. 25-55, 1904; N. 1-22, 1905.

— K. preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie. *Jahrbuch*, 1903, fasc. 2-3; 1904, fasc. 1-2.

— Gesellschaft für Erdkunde. *Zeitschrift*, N. 7-10, 1904; N. 1-5, 1905.

Bonn. Naturhistorischer Verein. *Verhandlungen*, Jahrg. LXI, Ht. 1, 1904.

Brême. Naturwissenschaftlicher Verein. *Abhandlungen*, Bd. XVIII, Ht. 1, 1905.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. *Jahresbericht*, Bd. LXXXII, 1904.

Dantzig. Naturforschende Gesellschaft. *Schriften*, Bd. XI, Ht. 1, 1904.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. *Sitzungsberichte und Abhandlungen*, 1904, 1^{r} et 2^{r} Sem.

Francfort-sur-Mein. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. *Jahresberichte*, 1904.

Fribourg. Naturforschende Gesellschaft. *Berichte*, Bd. XIV, 1904.

Gottingue. Gesellschaft der Wissenschaften der Georgia-Augusta Universität. *Nachrichten*, N. 3-6, 1904; N. 1-2, 1905. *Geschäftliche Mittheilungen*, N. 2, 1904.

Hermannstadt. Siebenburgischer Verein für Naturwissenschaften. *Verhandlungen und Mittheilungen*, Jahrg. LIII, 1903.

Magdebourg. Naturwissenschaftlicher Verein. *Jahresbericht und Abhandlungen*, 1902-1904.

Marburg. Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften. *Sitzungsberichte*, Jahrg. 1902-1904. *Schriften*, Bd. XIII, Ht. 5, 1904.

Metz. Académie. *Mémoires*, série 3, vol. XXXI, 1901-1902; vol. XXXII, 1902-1903.

— Société d'histoire naturelle. *Bulletin*, 23e cahier, 1904.

— Verein für Erdkunde. *Jahresbericht*, Bd XXIV, 1901-1904.

Munich. K. bayerische Akademie der Wissenschaften. *Abhandlungen*, Bd. XXII, N. 2, 1905. *Sitzungsberichte*, 1904, N. 2; 1905, N. 1.

Strasbourg. Geologische Landesaufnahme von Elsass-Lothringen. *Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen*, Bd. V, Ht. 6, nebst Atlas, 1904.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. *Jahrbuch*, Jahrg. LVII, 1904.

Zwickau. Verein für Naturkunde. *Jahresbericht*, 1903.

Autriche-Hongrie.

Budapest. K. ungarische geologische Anstalt. *Zeitschrift*, Bd. XXXIV, N. 5-12, 1904; Bd XXXV, N. 1-3, 1905. *Jahresbericht*, 1902. *Mittheilungen*, Bd. XV, Ht. 1, 1904.

— Magyar nemzeti Museum. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, Bd. III, Ht. 1, 1904.

— Ungarische k. wissenschaftliche Gesellschaft. *Mathematische naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*, Bd. XVII, 1899; Bd. XVIII, 1900; Bd. XIX, 1901.

Graz. *Montan Zeitung*, XI. Jahrg., N. 15-24, 1904; XII. Jahrg., N. 1-13, 1905.

Lemberg. Ukrainische Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften. *Chronik*, Bd. IX, N. 16-18, 1903 ; Bd. X, 1905.

Prague. Museum der Naturwissenschaften des Königreichs Böhmen. *Archiv*, Bd. XII, Ht. 4, 1903 ; Bd. XIII, Ht. 1, 1904.

Vienne. K. k. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, Bd. CXIII, 1904. *Almanach*, 1904. *Mittheilungen der Erdbeben-Commission*, neue Folge, N. 25, 1903.

— K. k. geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch*, Bd. LIII, Hte. 3-4, 1904; Bd. LIV, Hte. 1-4, 1904. *Verhandlungen*, N. 9-18, 1904 ; N. 1-5, 1905.

— K. K. naturhistorisches Hofmuseum. *Annalen*, Bd. XVIII, Hte. 2-4, 1903 ; Bd. XIX, Hte. 1-3, 1904.

France.

Angers. Société d'études scientifiques. *Bulletin*, t. XXXIII, 1903.

— Société d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires*, série 5, t. VII, 1904.

Béziers. Société d'étude des sciences naturelles. *Mémoires*, t. XXV, 1903.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. *Procès-verbaux des séances*, 1903-1904. *Commission météorologique de la Gironde*, 1903-1904.

Caen. Société linnéenne de Normandie. *Bulletin*, série 5, vol. VII, 1903. *Mémoires*, série 3, vol. V, fasc. 1, 1902-1904.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathémathiques. *Mémoires*, série 4, t. IV, 1904.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, an. XXIX, fasc. 1-4, 1904.

Le Havre. Société géologique de Normandie. *Bulletin*, t. XXIII, 1903.

Le Mans. Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe. *Bulletin*, t. XXXI, fasc. 4, 1903.

Lyon. Société linnéenne. *Annales*, t. L, 1903.

— Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles. *Mémoires*, série 8, t. I, 1903.

Montpellier. Académie des sciences et des arts. *Mémoires*, série 2, t. III, fasc. 4, 1904.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires*, série 6, t. I, 1903-1904.

— Société des sciences. *Bulletin des séances*, t. V, nos 1-4, 1904.

Nantes. Société des sciences naturelles de l'ouest de la France. *Bulletin*, série 2, t. IV, fasc. 1-4, 1904.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus* in-4°, t. CXXXIX, nos 2-26, 1904 : t. CXL, 1905 ; t. CXLI. n° 1, 1905.

— *Annales des mines*, sér. 10, t. V, nos 5-6, 1904 ; t. VI, nos 7-11, 1904 ; t. VII, nos 1-3, 1905.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, année XXXV, 1905.

— Ministère des travaux publics. *Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, t. XIV, nos 95-99, 1902-1903.

— *Le Naturaliste*, XXVIIe année, 1905.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XXVII, nos 3-9, 1904 ; t. XXVIII, nos 1-3, 1905.

— Société géologique de France. *Bulletin*, sér. 4, t. III, fasc. 6, 1903 ; t. IV, fasc. 1-3, 1904.

— Société de spéléologie. *Bulletin*, nos 37-39.

Rennes. Société scientifique et médicale de l'Ouest. *Publications*, t. XIII, nos 1-3, 1904.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, XXXIXe année, 1903.

Toulouse. Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 10, t. IV, 1904.

— Université. Station de pisciculture et d'hydrologie. *Bulletin*, n° 1, 1903 ; *Annuaire*, 1904-1905.

— Société d'histoire naturelle. *Bulletin trimestriel*, t. XXXVII, nos 3-6, 1904 ; t. XXXVIII, n° 1, 1905.

Iles Britanniques.

Cambridge. Philosophical Society. *Proceedings*, vol. XII, part 6, 1903-1904 ; vol. XIII, parts 1-2, 1904.

Liverpool. Geological Society. *Proceedings*, vol. IX, n° 4, 1904.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. LXXIII, nos 497-506 ; vol. LXXIV, ser. A, nos 507-510 ; ser. B, nos 507-509. *Jearbook*, 1905 ; *Report of the Evolution Committee*, vol. II, 1905 ; *Orbituary notices of fellows of the Royal Society*, part 4, 1904.

— Geological Society. *Quarterly Journal*, vol. LX, nos 3-4, 1904 ; vol. LXI, nos 1-2, 1905. *Geological Litterature*, 1904.

— Mineralogical Society. *Mineralogical Magazine and Journal*, vol. XIII, nos 63-64, 1904.

Manchester. Literary and philosophical Society. *Memoirs*, vol. XLVIII, no 3, 1903-1904; vol. XLIX, nos 1-2, 1904-1905.

Newcastle-s.-T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. LIII, part 4, 1903 ; vol. LIV, part 6, 1904 ; vol. LV, part 1, 1904 ; *Proceedings*, vol. XVI, parts 68-71, 1903 ; vol. XVII, parts 1-3, 1904.

ITALIE.

Bologne. Accademia reale delle scienze dell' Istituto. *Rendiconto delle Sessioni*, vol. VI, nos 1-4, 1901-1902 ; *Memorie*, 5e ser., vol. IX, 1901-1902.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Bollettino mensile*, nuova ser., fasc. LXXX-LXXXII, 1904; fasc. LXXXV, 1905.

Modène. Societa dei Naturalisti. *Bollettino*, vol. IV, 1902 ; vol. V, 1903 ; vol. VI, 1904.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconti*, vol. IX, nos 8-12, 1903 ; vol. X, nos 1-12, 1904 ; vol. XI, nos 1-3, 1905.

Pise. Societa toscana di scienze naturali. *Atti Memorie*, t. XX, 1904. *Processi verbali*, t. XIV, nos 5-8, 1903-1905.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Atti Rendiconti* in-4°, vol. XIII, 1er sem., no 12, 1904; 2e sem., nos 1-12, 1904 ; vol. XIV, 1er sem., nos 1-10, 1905.

— Reale comitato geologico d'Italia. *Bollettino*, t. XXXV, nos 2-4, 1904 ; t. XXXVI, no 1, 1905.

Rome. Societa geologica italiana. *Bollettino*, vol. XXII, 1903; vol. XXIII, fasc. 1, 1904.

Sienne. *Rivista italiana di scienze naturali*, an. XXIV, nos 1-12, 1904; an. XXV, nos 1-2, 1905.

— *Bollettino del naturalista collettore*, an. XXIV, nos 2-12, 1904; an. XXV, nos 1-2, 1905.

Turin. Reale accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXXIX, nos 1-15, 1903-1904. *Observationi meteorologiche*, 1903-1904.

Udine. Reale istituto tecnico. *Annales*, vol. XXI, XXII, 1903.

Venise. Reale istituto veneto. *Atti*, serie 8, t. VI, nos 7-10, 1904; t. VII, nos 1-5, 1904-1905.

Pays-Bas.

Harlem. Musée Teyler. *Archives*, sér. 2, vol. IX, part. 1-2, 1904.

La Haye. Société hollandaise des sciences. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, série 2, t. IX, livr. 4-5, 1904; t. X, livr. 1-2, 1905.

Portugal.

Lisbonne. Commission des travaux géologiques du Portugal, *P. Choffat.* L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. t. V, fasc. 2, 1903. Mollusques tertiaires du Portugal, 1903-1904.

Russie.

Helsingfors. Société des sciences de Finlande. *Ofversigt af finska Vetenskaps Societetens Förhandlingar*, t. XLVI, 1903-1904. Observations météorologiques faites à Helsingfors, vol. XVI-XVIII, 1902-1904.

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin*, année 1903, fasc. 4; année 1904, fasc. 1.

Novo-Alexandria. *Annuaire géologique et minéralogique de la Russie*, vol. VI, nos 7-10, 1902; volume VII, nos 1-6, 1904.

St-Pétersbourg. Comité géologique. *Bulletin*, t. XXII, nos 5-10, 1903. *Mémoires*, nouv. série, livr. 10-12, 1904. *Exploration géologique des régions aurifères de la Sibérie. Texte de la carte géologique de la région de l'Iénisséï*, feuilles K 7-8, L 6-8-9, 1900 ; *région de la Lénaa*, feuille 6.

— Société impériale de minéralogie. *Verhandlungen*, Bd. XLI, nos 1-2, 1904. *Matériaux pour la géologie de la Russie*, t. XXI, fasc. 2, 1903 ; t. XXII, 1904.

SUÈDE.

Stockholm. Académie royale suédoise des sciences. *Arkiv för Botanik*, Bd. II, Hte. 1-4, 1904 ; Bd. III, 1905. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, Bd. I, Hte. 2-4, 1904. *Arkiv för Zoologi*, Bd. I, Hte. 3-4, 1904 ; Bd. II, Hte. 1-2, 1905.

Upsala. Geological Institution of the University of Upsala. *Bulletin*, vol. VI, N. 11-12, 1902-1903.

SUISSE.

Berne. Comité géologique suisse. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, nlle sér., livr. 14, 1904 ; livr. 17-19, 1905 ; *Geotechnische Serie*, livr. 3, 1904.

Amérique

CANADA.

Ottawa. Geological Survey of Canada. *Report of the great Landserde at Frank*, 1903 ; *Contribution to canadian Paleontology*, vol. III, 1904.

— Société royale du Canada. *Proceedings and Transactions*, 2d series, vol. IX, 1903.

Toronto. Canadian Institute. *Proceedings, Transactions*, vol. VII, part 3, 1904.

CHILI.

Santiago. Société scientifique du Chili. *Actes*, vol. XIV, 1904.

19 OCTOBRE 1905.

États-Unis.

Baltimore. American chemical Journal, vol. XXXI, n°s 4-6, 1904; vol. XXXII, n°s 1-6, 1904 ; vol. XXXIII, n°s 1-2, 1905.

Berkeley. University of California. *Bulletin of the Department of Geology*, vol. III, parts 19-22, 1903 ; vol. IV, parts 1-4, 1904.

Boston. American Academy of arts and sciences. *Proceedings*, t. XXXIX, n°s 21-24, 1903 ; t. XL, n°s 1-23, 1904.

— Society of natural history. *Proceedings*, vol. XXXI, n°s 2-10, 1903 ; vol. XXXII, n°s 1-2, 1904. *Occasionnal papers*, vol. VII, n°s 1-3, 1904.

Cambridge. Museum of comparative Zoölogy. *Bulletin*, t. XLIII, n°s 2-3, 1904 ; t. XLV, n°s 3-4, 1904 ; t. XLVI, n°s 3-5, 1904 ; t. XLVII, 1905. *Geological series*, t. XLII, n° 6, 1903. *Annual report*, 1903-1904.

Chicago. Journal of Geology, vol. XII, n°s 4-8, 1904 ; vol. XIII, n°s 1-4, 1905.

Colorado. Colorado college studies. *Publications*, vol. XI, n°s 3, 14-17, 30-32, 1904. *Semi-annual bulletin of the Observatory*, Sciences series, n°s 33-35, 39-41, 1904.

Columbus. Geological Survey of Ohio. *Bulletin*, 4e sér., n°s 2-3, 1903.

Davenport. Academy of natural sciences. *Proceedings*, vol. IX, 1901-1903.

Des Moines. Jowa geological Survey. *Annual report*, vol. XIV, 1903.

Denver. Colorado scientific Society. *Proceedings*, vol. VII, pp. 267-340, 1904.

Hamilton. Hamilton Association. *Publications*, vol. XX, 1903-1904.

Indianapolis. Indiana Academy of science. *Proceedings*, 1903.

— Department of geology and natural ressources. *Annual report*, 1903.

Lawrence. The Kansas University. *Science bulletin*, vol. II, n°s 10-15, 1903.

Madison. Wisconsin geological and natural history Survey. *Economic series*, n°s 7-8, 1904. *Scientific series*, n° 3, 1904.

Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, *Transactions*, t. XIV, part 2, 1903.

Missoula. University. *Bulletin*, n°s 21-23, 1904. *President report*, 1903, 1904.

New-York. Academy of Sciences late Lycæum of natural History. *Annals*, t. XV, fasc. 2, 1904, t. XVI, fasc. 1, 1905. *Memoirs*, t. II, fasc. 4, 1905.

— American Institute of mining Engineers. *Transactions*, vol. XXXIII, 1903 ; vol. XXXIV, 1904.

— American Museum of natural History. *Bulletin*, vol. XX, 1904. *Memoirs*, vol. III, 1904.

— *Mining Magazine*, vol. X, n°s 1-5, 1904 ; vol. XI, n°s 1-5, 1905.

Philadelphie. Franklin Institute. *Journal*, vol. CLVIII, n°s 1-6, 1905 ; vol. CLIX, n°s 1-6, 1905.

— American philosophical Society. *Proceedings*, vol. XLII, n° 176, 1903 ; vol. XLIII, n°s 177, 178, 1904.

Rochester. Academy of Sciences. *Proceedings*, vol. IV, n°s 137-148, 1904-1905.

— Geological Society of America. *Bulletin*, vol. XV, 1904.

Saint-Louis. Academy of Sciences. *Transactions*, vol. XIII, n°s 1-9, 1903 ; vol. XIV, n°s 1-6, 1904.

San Francisco. California Academy of Sciences. *Proceedings*, vol. I, n° 10, 1897.

Washington. Geological Survey of the Territories. *Monographies*, XLVI, 1904. *Bulletin*, n°s 223-233, 241, 1903-1904. *Professionnal papers*, n°s 16-28, 1903.

— Department of Interior. *Water supply and irrigation papers*, n°s 88-98, 101-104, 1904.

— Smithsonian Institution. *Report of the U. S. national Museum*, 1903. *Annual Report*, 1903.

MEXIQUE.

Mexico. Comision geologica. *Parergones*, t. I, n°s 4-7, 1904.

Sociedad cientifica Antonio Alzate. *Memorias*, t. XX, n°s 11-12, 1905.

PÉROU.

Lima. *Boletin del Cuerpo de Ingenieros de minas del Peru*, an. 1903, nos 5, 7 ; an. 1904, nos 7-15, 18-23.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Buenos-Ayres. Museo publico. *Anales*, ser. 3, t. III, 1904.

URUGUAY.

Montevideo. Museo national de Montevideo. *Anales*, ser. 2, fasc. 1, 2, 1904.

Afrique.

COLONIE DU CAP.

Cape-Town. South-african Museum. *Annals*, vol. IV, parts 4-6, 1904.

COLONIE DU TRANSVAAL.

Johannesburg. Geological Society of South-Africa. *Transactions*, vol. VII, parts 1-3, 1904 ; vol. VIII, 1905.

Asie.

EMPIRE BRITANNIQUE DE L'INDE.

Calcutta. Geological Survey of India. *Memoirs*, t. XXXV, no 2, 1903; t. XXXVI, no 1, 1904. *Records*, t. XXXI, nos 1-4, 1904 ; t. XXXII, no 1, 1905.

— Asiatic Society of Bengal. *Proceedings*, an. 1903, N. 11 ; an. 1904, N. 1-5. *Journal*, vol. LXXIII, part 2, nos 1-2 ; part 3, nos 1-2.

JAPON.

Tokio. College of Science imperial University. *Journal*, vol. XVII, no 12 ; vol. XVIII, no 5, 1904.

Océanie.

Australie.

Melbourne. Royal Society of Victoria. *Proceedings*, vol. XVII, parts 1-2, 1904-1905.

Perth. Geological Survey. *Bulletin*, n° 2, 1898 ; n° 3, 1899 ; n° 5, 1900 ; n° 6, 1902 ; n°s 7-11, 1903 ; n°s 12, 13, 15, 1904.

Sydney. Geological Survey of New-South-Wales. *Annual report of Department of mines*, 1904. *Records*, vol. VII, n° 4 ; vol. VIII, n° 1.

— Linnean Society of New-South-Wales. *Proceedings*, vol. XXVIII, n°s 2-4, 1903 ; vol. XXIX, n°s 1-3, 1904.

— Royal Society of New-South-Wales. *Journal and Proceedings*, vol. XXXVII, 1903.

Table des Matières.

BULLETIN.

MÉMOIRES.

BIBLIOGRAPHIE.

Table alphabétique des auteurs.

Table alphabétique des matières

A.

B.

C.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

N.

O.

P.

Q.

U.

V.

W.

Table des planches

Fig. 3 — Coupe à travers les monts Mitumba, d'après M. P. BRIART. Mêmes échelles.

Ces figures ont été dressées par M. J. CORNET. Voir p. M 205.

Planche X. — Plan et coupe du terrain carbonifère à Landelies, par V. BRIEN. Echelle approximative de 1 : 3 200. Voir p. M 239.

Planche XI. — L'explication se trouve à la page M 314. Voir A. RENIER, p. M 261.

Planche XII. — Carte géologique du Marungu, par H. BUTTGENBACH. Echelle de 1 : 1 000 000. Voir p. M 315.

Planche XIII. — Coupe ouest-est du sud du Marungu, par H. BUTTGENBACH. Echelle des hauteurs 1 : 40 000 ; échelle des longueurs 1 : 400 000. Voir p. M 315.

Planche XIV. — Carte géologique des concessions ferro-manganésifères de la Lienne, par J. LIBERT. Echelle de 1 : 20 000. Voir p. B 144.

Planche XV. — Coupe nord-sud passant par la ligne XY de la carte pl. XIV, par J. LIBERT. Echelle de 1 : 4 000. Voir p. B 144.

Planche XVI. — Coupes en divers points des couches ferro-manganésifères de la Lienne, par J. LIBERT. Echelle de 1 : 100. Voir p. B 144.

---

m
c. v.
en.

Fig. 1

Fig. 11

m
l
s
c

st.
p

Fig. 2

st.

p

p

st.

fi

fs

Fig. 6

st.

fs

tr

p

e

fi

Fig. 7

fs

tr

p

fi

Fig. 8



Fig. 1

Fig. 11

Fig. 2

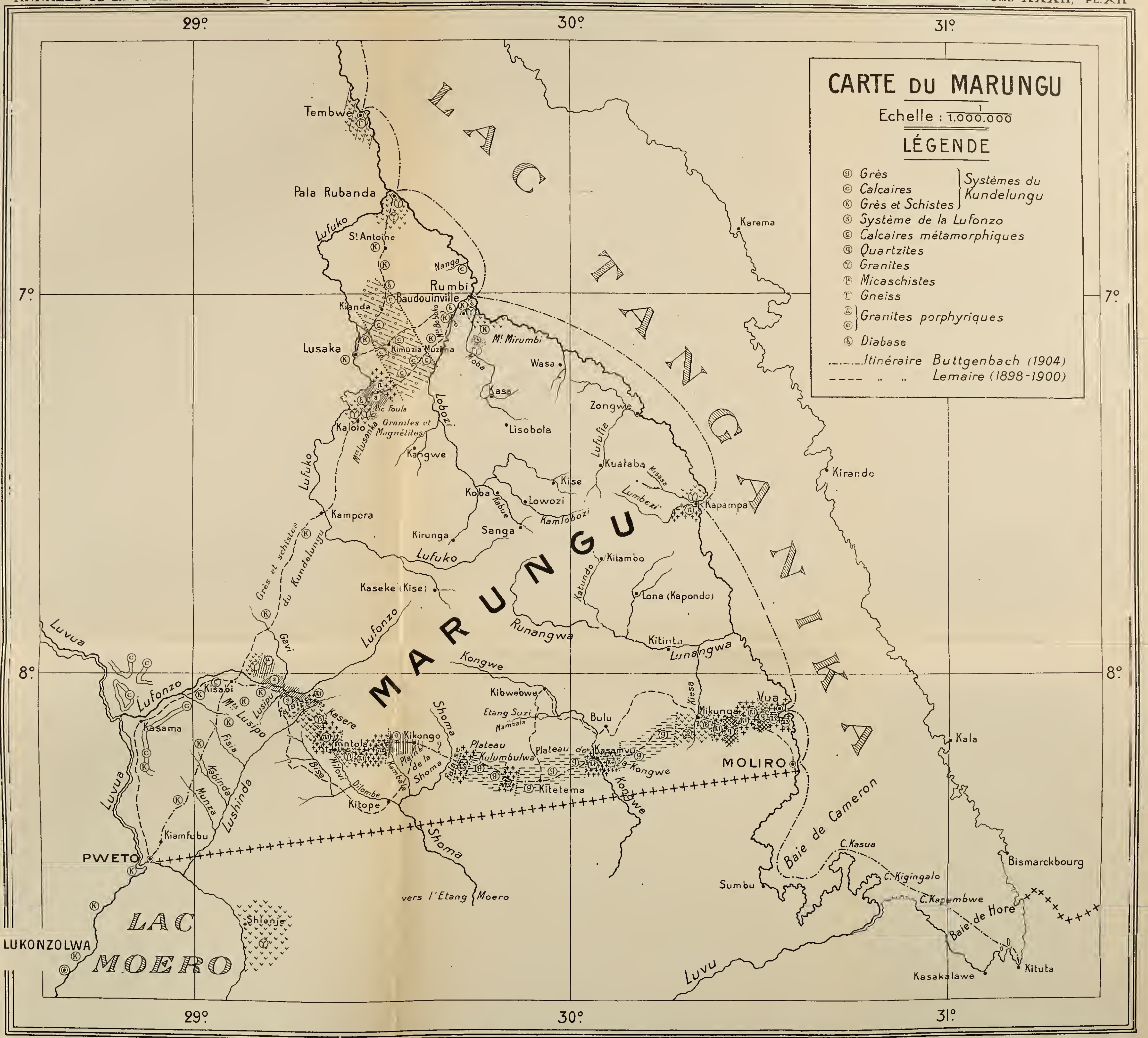
Fig. 6

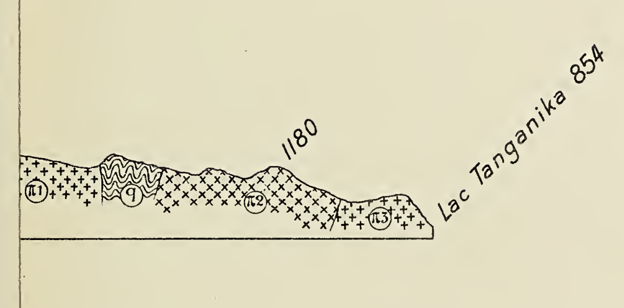
Fig. 8

Fig. 7

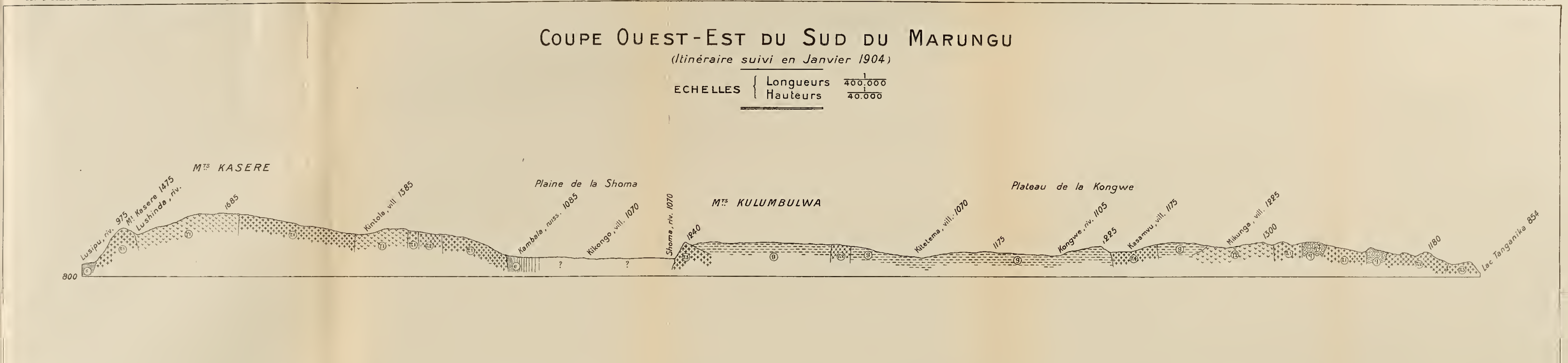
31°

CARTE DU MARUNGU

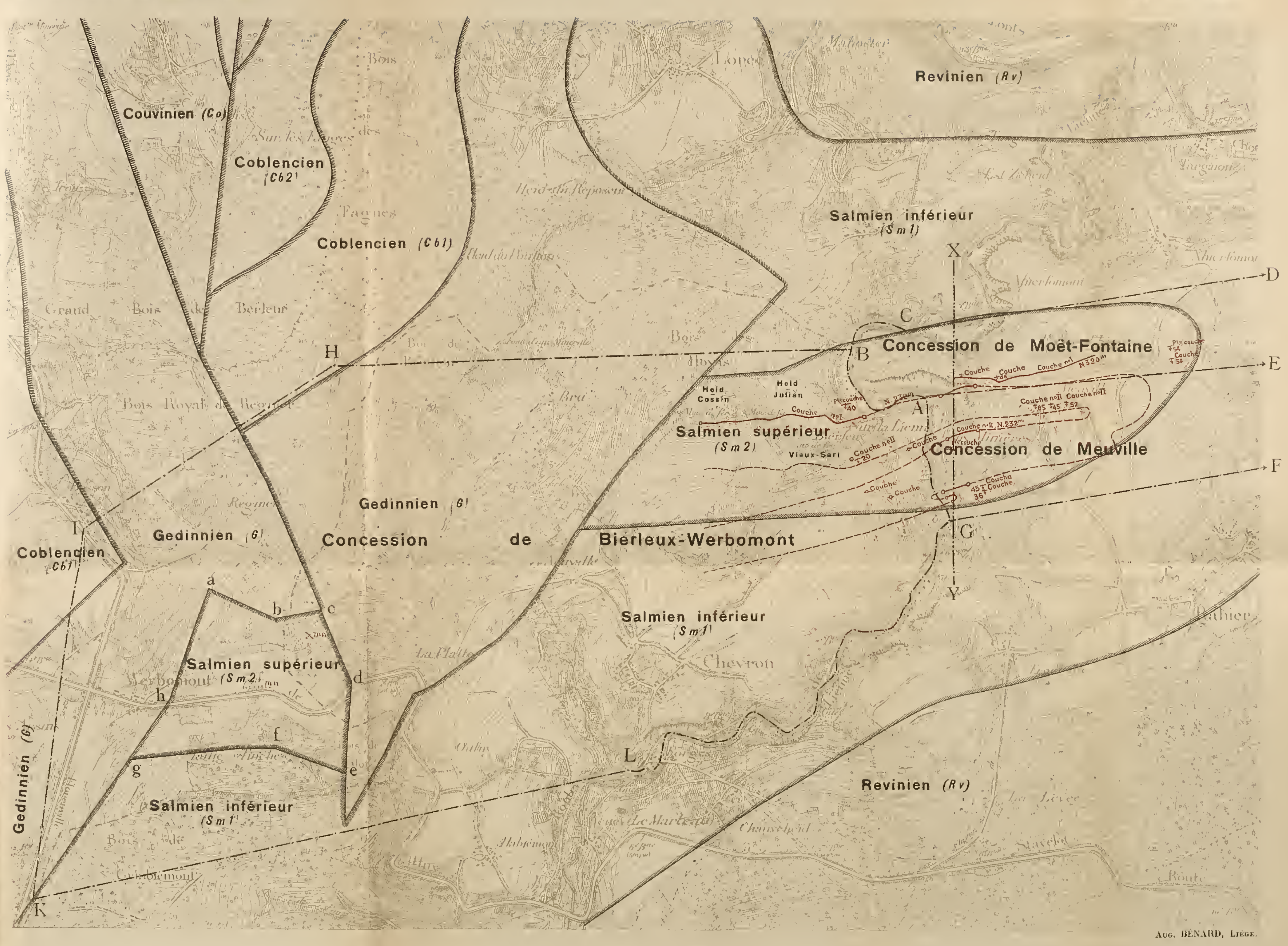

CARTE DU MARUNGU
Echelle : 1/1.000.000
LÉGENDE
Grès
Calcaires
Grès et Schistes
Systèmes du Kundelungu
Système de la Lufonzo
Calcaires métamorphiques
Quartzites
Granites
Micaschistes
Gneiss
Granites porphyriques
Diabase
Itinéraire Buttgenbach (1904)
Lemaire (1898-1900)
29°
30°
31°
7°
8°
LAC TANGANIKA
MARUNGU
LAC MOERO
Tembwe
Pala Rubanda
St Antoine
Nanga
Rumbi
Baudouinville
Kianda
Lusaka
Kimuzia
Muzima
Mt Mirumbi
Wasa
Kasa
Pic Toula
Granites et Magnétites
Kalolo
Lobozi
Lisobola
Zongwe
Kangwe
Karema
Kirando
Kuatаba
Kise
Kapampa
Koba
Lowozi
Kamlobozi
Lumbezi
Kampera
Kirunga
Sanga
Lufuko
Kilambo
Kaseke (Kise)
Lona (Kapondo)
Lufonzo
Runangwa
Kitinta
Lunangwa
Grès et schistes du Kundelungu
Luvua
Gavi
Kongwe
Kibwebwe
Etang Suzi
Bulu
Mikunga
Vua
Kisabi
Mts Lusipo
Kasere
Kikongo
Kintola
Plaine de la Shoma
Plateau Kulumbulwa
Plateau de Kasamvu
Kitetema
MOLIRO
Kasama
Kala
Lushinda
Dilombe
Kitope
Shoma
Baie de Cameron
Kiamfubu
PWETO
C. Kasua
Bismarckbourg
C. Kigingalo
Sumbu
C. Kapembwe
Baie de Hore
vers l'Etang Moero
Shienje
LUKONZOLWA
Luvu
Kasakalawe
Kituta



1180
Lac Tanganika 854
π1
q
π2
π3

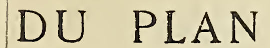

COUPE OUEST-EST DU SUD DU MARUNGU
(Itinéraire suivi en Janvier 1904)
ECHELLES { Longueurs 1/400.000 ; Hauteurs 1/40.000
Mts KASERE
Plaine de la Shoma
Mts KULUMBULWA
Plateau de la Kongwe
Lusipu, riv. 975
Mt Kasere 1475
Lushinda, riv.
1685
Kintola, vill. 1385
Kambala, ruiss. 1085
Kikongo, vill. 1070
Shoma, riv. 1070
1240
Kitetema, vill. 1070
1175
Kongwe, riv. 1105
1225
Kasamvu, vill. 1175
Mikunga, vill. 1225
1300
1180
Lac Tanganika 854
800





Aug. BÉNARD, Liége.

Echelle de $\frac{1}{20\,000}$



SUD

Salmien inférieur

Couche inférieure

Salmi

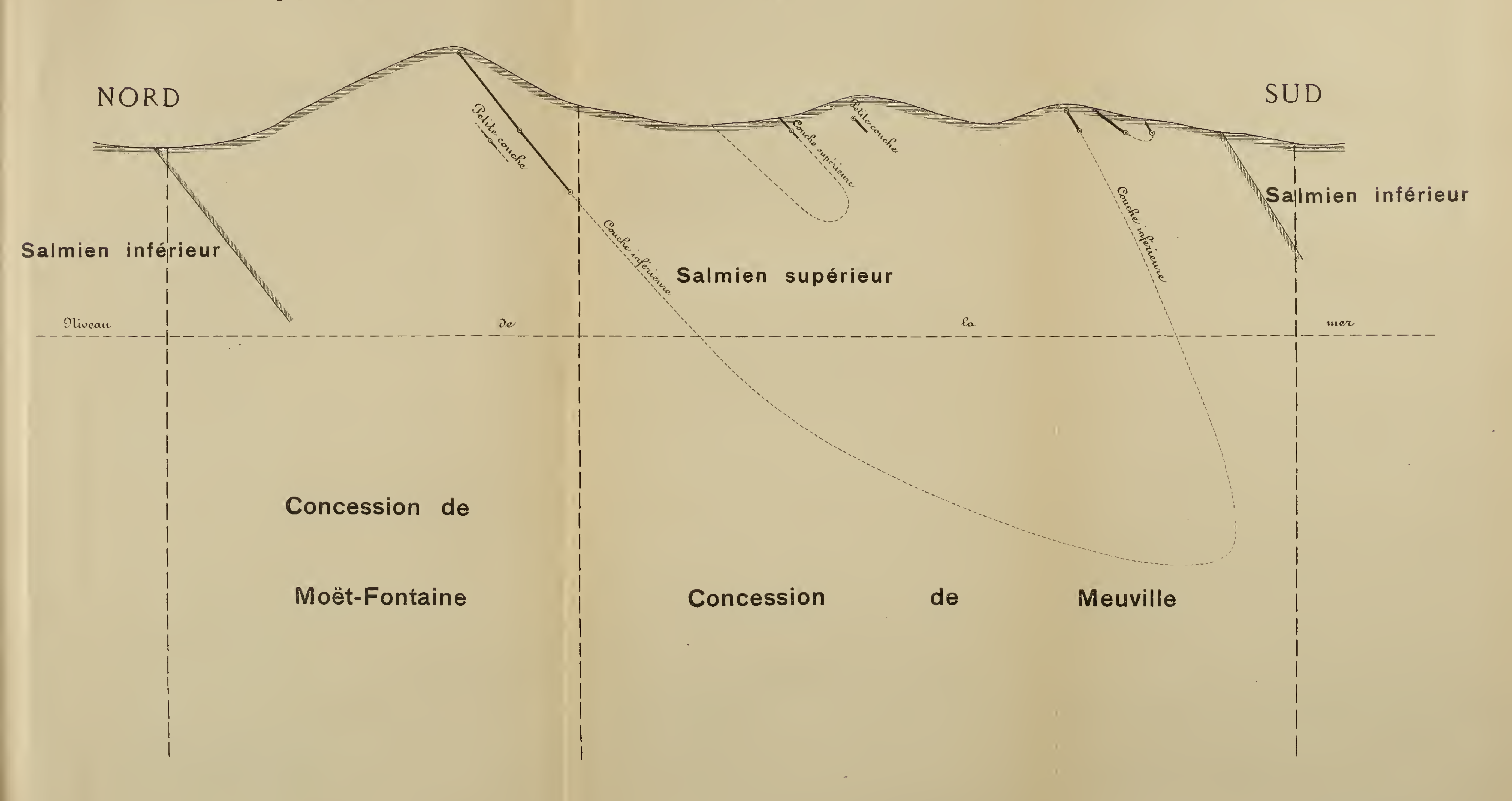
Ni

mer

Meuville

AUG. BÉNARD. LIÈGE

COUPE NORD-SUD PASSANT PAR LA LIGNE XY DU PLAN



0 70
0.25
0.25 à 0.30

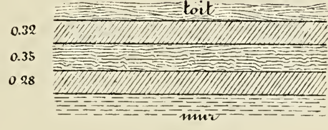


Fig. 4

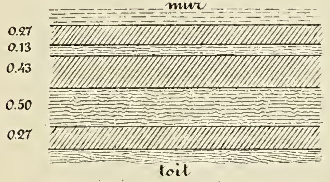


Fig. 8

AUG. BÉNARD, LIÉGE

toit
0.70 manganèse
0.25 schiste
0.25 à 0.30 manganèse
mur

Fig. 1

mur
0.30 manganèse
0.08 schiste
0.80 manganèse
toit

Fig. 2

toit
0.70 manganèse
schiste
0.20 manganèse
mur

Fig. 3

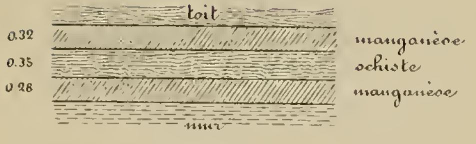


Fig. 4

mur
manganèse
schiste
0.18 manganèse
schiste
manganèse
schiste
manganèse
toit

Fig. 5

mur
0.30 manganèse
0.02 schiste
0.40 manganèse
0.04 schiste
0.33 manganèse
toit

Fig. 6

toit
0.10 manganèse
0.04 schiste
0.37 manganèse
0.02 schiste
0.33 manganèse
0.04 sch.
0.08 manganèse
0.07 sch.
1.20 manganèse
0.21 schiste
0.58 manganèse
mur manganésifère

Fig. 7

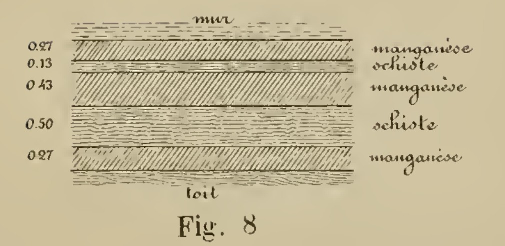


Fig. 8

toit
1.20 schiste manganésifère
0.46 schiste violet
0.26 manganèse
mur

Fig. 9

mur
1.00 schiste feuilleté de manganèse
0.30 manganèse
0.10 schiste
0.04 manganèse
toit

Fig. 10

AUG. BENARD, LIÈGE